


Ring network system and configuration control method

Patent Number: EP0528442
Publication date: 1993-02-24
Inventor(s): NAKAYASHIKI SUSUMU (JP); KASHIO JIRO (JP); HARAKAWA TAKESHI (JP); BEKKI YOSHINORI (JP); YAMAGA MITSUHIRO (JP)
Applicant(s): HITACHI LTD (JP)
Requested Patent: ☐ EP0528442, B1
Application Number: EP19920114991 19870430
Priority Number (s): EP19870106311 19870430; JP19860100902 19860502; JP19860167919 19860718
IPC Classification: H04L1/12; H04L12/42
EC Classification: H04L12/437
Equivalents:
Cited patent(s): EP0168258; US4538264; DE2703165

Abstract

A ring network system in which a plurality of line concentrators (1) each having terminal stations (2) connected thereto through respective branch lines (4) are interconnected through at least one ring transmission lines (3). Each line concentrator includes configuration control switches (7) capable of disconnecting from the ring transmission line all the branch lines placed under control of the line concentrator while holding the ring transmission line in the state to allow communication. The branch line(s) disconnected from the ring transmission line form(s) a local ring through cooperation with an internal transmission line (30). The line concentrator detected abnormality of communication or the line concentrator to be set to the rest state can undergo internal diagnosis operation or continue to be in the rest state without disturbing the communication among other line concentrators. At activation of the line concentrators, any of them may be activated arbitrarily and independently from each other by again connecting the branch lines to the ring transmission lines. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2



2

1

⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

⑧⑦ **EP 0 528 442 B 1**

⑩ **DE 37 52 116 T 2**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 04 L 12/437
H 04 L 1/12

②① Deutsches Aktenzeichen: 37 52 116.0
⑧⑥ Europäisches Aktenzeichen: 92 114 991.0
⑧⑥ Europäischer Anmeldetag: 30. 4. 87
⑧⑦ Erstveröffentlichung durch das EPA: 24. 2. 93
⑧⑦ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 17. 9. 97
④⑦ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 30. 4. 98

③① Unionspriorität:

100902/86 02. 05. 86 JP
167919/86 18. 07. 86 JP

⑦③ Patentinhaber:

Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:

Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

⑦② Erfinder:

Nakayashiki, Susumu, Midori-ku, Yokohama, JP;
Kashio, Jiro, Asao-ku, Kawasaki-shi, JP; Harakawa,
Takeshi, Hadano-shi, JP; Bekki, Yoshinori,
Hadano-shi, JP; Yamaga, Mitsuhiro, Asao-ku,
Kawasaki-shi, JP

⑤④ Verfahren zur Netzkonfigurationssteuerung

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 37 52 116 T 2

13.08.97

EP 92 114 991.0

Hitachi, Ltd.

EPA-32 128

VERFAHREN ZUR NETZWERKKONFIGURATIONSTEUERUNG

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft generell ein Ringnetzwerkssystem. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Konfigurationssteuerung für ein Ringnetzwerk mit einer Anzahl von Leitungskonzentratoren, die gegenseitig über zwei Übertragungsleitungen verbunden sind, wobei mit der Konfigurationssteuerung Fehlern begegnet werden soll, die möglicherweise in dem Ringnetzwerk sowie Erweiterungen davon auftreten.

In einem Ringnetzwerkssystem ist eine Anzahl von Leitungskonzentratoren (auch als Wegkonzentratoren bezeichnet) über erste und zweite Übertragungsleitungen verbunden, die einander entgegengesetzte Übertragungsrichtungen aufweisen (d.h. Duplex- oder Doppel-Übertragungsweg), wobei mit jedem der Leitungskonzentratoren eine Anzahl von Terminalstationen (im folgenden auch abgekürzt als TS bezeichnet) verbunden ist. Die Signalübertragung zwischen den TS erfolgt gewöhnlich über die erste Ringübertragungsleitung, die als Haupt-Übertragungsleitung dient, während die zweite Übertragungsleitung als Hilfs- oder Reserve-Übertragungsleitung verwendet wird und daher als Sub-Übertragungsleitung bezeichnet werden kann.

Wie zum Beispiel in dem Artikel mit dem Titel "Local Area Network in Token Ring System" in der monatlich erscheinenden Zeitschrift "BIT", die von Kyoritsu Shuppan Co. Ltd. in Japan herausgegeben wird, im Band 16, Nr. 3 (1984) beschrieben ist, ist ein Stern-Ringnetzwerkssystem bekannt, bei dem eine Anzahl von Anschlüssen in der ersten Ringübertragungsleitung innerhalb der einzelnen Leitungskonzentratoren

vorgesehen ist, wobei eine Anzahl der TS über Abzweigleitungen, Stichleitungen oder Schleifen in sternförmiger Konfiguration mit den Anschlüssen verbunden ist. Obwohl das Stern-Ringnetzwerkssystem dieser Konfiguration Vorteile hat, da die Leitungskonzentratoren und alle Terminalstationen oder TS mittels eines einzigen Ringsteuerprotokolls gesteuert werden können, hat das System auch den Nachteil, daß ein Fehler, der in der Abzweigleitung des Leitungskonzentrators oder der TS auftritt, ein Hindernis darstellt, das die Datenübertragung über das gesamte Netzwerksystem verhindert.

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, ist jeder der Leitungskonzentratoren mit einer Steuerterminalstation oder Steuer-ST versehen, die mit der ersten Ringübertragungsleitung an der in Datenflußrichtung am weitesten unten liegenden Position verbunden ist, wobei die Steuer-ST Funktionen aufweist, um einen fehlerhaften Anschluß abzutrennen (durch Ausbilden einer Umgehung) oder einen Rückschleifenweg zwischen zwei Ringübertragungsleitungen zu bilden/freizugeben. Das heißt, jede der in dem Netzwerksystem vorhandenen STs ist mit einem Identifikator versehen (z.B. einer Anschluß-Identifikationsnummer), um die Stelle der ST in dem Leitungskonzentrator zu identifizieren, mit dem die ST verbunden ist, wobei die ST, die eine Unnormalität des Netzwerksystems entdeckt, dazu veranlaßt wird, einen Unnormal-Benachrichtigungsblock (auch als Signalisierungsblock bezeichnet) auszugeben, der den Identifikator (die Anschlußnummer) beinhaltet. Eine andere ST, die den Unnormal-Benachrichtigungsblock erhält, gibt ihn zu der darauffolgenden ST weiter. Wenn eine ST, die einen Unnormal-Benachrichtigungsblock ausgibt, einen entsprechenden Unnormal-Benachrichtigungsblock von einer anderen ST erhält, die sich weiter oben befindet, beendet erstere den Vorgang des Aussendens des eigenen Unnormal-Benachrichtigungsblocks oder Signals. Bei dieser Anordnung ist es nur der ST, die sich an der Position unmittelbar unterhalb der Stelle befindet, an der ein Fehler auftritt, nicht möglich, den Unnormal-

Benachrichtigungsblock zu empfangen, der von einer Stelle weiter oben ausgegeben wird, und sie fährt daher fort, den Unnormal-Benachrichtigungsblock auszusenden. Jede Steuer-ST prüft den Identifikator, der im Unnormal-Benachrichtigungsblock enthalten ist. Wenn festgestellt wird, daß sich die ST, die den Unnormal-Benachrichtigungsblock ausgibt, in dem Bereich befindet, der unter der Kontrolle der Steuer-ST steht, führt letztere die Vorgänge aus, die zur Behebung des Fehlers erforderlich sind, wie zum Beispiel die Ausbildung einer Umleitung für den Anschluß, der den Fehler aufweist.

In der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 187 444/1986 (JP-A-61-187 444, entspricht der US-Patentanmeldung Nr. 828 975) ist eine Netzwerkkonfiguration beschrieben, bei der jeder der Leitungskonzentratoren eine Anzahl von ersten Schaltern zum selektiven Verbinden der Anschlüsse für die Verbindung der STs mit einer ersten Ringübertragungsleitung oder dem selektiven Umgehen der Anschlüsse und ein Paar von zweiten Schaltern zum Kurzschließen der ersten und zweiten Ring-Übertragungsleitungen an den Eingangs- und Ausgangsanschlüssen des zugehörigen Leitungskonzentrators aufweist, wobei beim Auftreten eines Fehlers in einem Bereich, der sich unter der Kontrolle eines bestimmten Leitungskonzentrators befindet, die zweiten Schalter dieses Leitungskonzentrators betätigt werden, um einen lokalen Ring oder internen Ring zu bilden, der innerhalb dieses Leitungskonzentrators geschlossen ist. Bei dieser Anordnung ist es möglich, die Stelle innerhalb des Leitungskonzentrators, an der der Fehler aufgetreten ist, durch Ändern der Kombination der in den lokalen Ring eingeschlossen Anschlüsse mittels der ersten Schalter festzustellen, während von der Steuer-ST ein Testblock auf den internen Ring gegeben wird, um zu prüfen, ob der Testblock im lokalen Ring umlaufen kann. Wenn der Fehler in einer Abzweigleitung liegt, die mit einem bestimmten Anschluß verbunden ist, oder in einer ST, die mit der Abzweigleitung verbunden ist, können die zweiten Schalter wieder zurückgeschal-

tet werden, wobei der zugehörige Anschluß im Umgehungs-Status bleibt, um dadurch das Netzwerk wieder in den normalen Zustand zurückzuführen.

Das bekannte Netzwerkkonfigurations-Steuersystem für
5 das oben erwähnte Ringnetzwerkssystem hat jedoch den Nachteil, daß das Netzwerkssystem in dem Zustand mit der Fehlerstelle bleibt und die Kommunikationsfunktion des gesamten Ringnetzwerkssystems verlorenght, bis die Stelle, an der der Fehler aufgetreten ist, identifiziert ist und von dem Ringnetzwerk-
10 system getrennt oder abgekoppelt ist. Es ist daher viel Zeit erforderlich, um die Kommunikation zwischen einer ST, die sich oberhalb der Fehlerstelle befindet, und einer ST, die sich unterhalb davon befindet, wieder herzustellen. Mit anderen Worten beeinflußt der Leitungskonzentrator, bei dem der Fehler aufgetreten ist, die anderen, normal arbeitenden Lei-
15 tungskonzentratoren ungünstig, woraus sich Probleme ergeben.

Andererseits wird, wenn auf einem Duplex-Übertragungsweg ein Fehler auftritt, ein Rückschleifenweg innerhalb der beiden Leitungskonzentratoren an den beiden Seiten der Fehlerstelle ausgebildet, wodurch die Kommunikation zwischen
20 den einzelnen STs über eine Schleife durchgeführt werden kann, die durch die erste und die zweite Übertragungsleitung gebildet wird. In diesem Fall ist in dem Netzwerkssystem eine Wiederherstellungs-Überwachungsfunktion erforderlich, um eine
25 schnelle Wiederherstellung des normalen Zustands des Netzwerks durch Freigabe des Rückschleifenweges nach der Beseitigung des Fehlers zu ermöglichen. Als Verfahren zur Überwachung der Wiederherstellung nach einem fehlerhaften Zustand seien die in den japanischen Patent-Offenlegungsschriften Nr.
30 197 940/1983 (JP-A-58-197 940), 50 639/ 1984 (JP-A-59-50 639) und 120 633/1985 (JP-A-60-120 633) beschriebenen Verfahren erwähnt. Nach diesen Verfahren sendet der Leitungskonzentrator oder die ST (mit ST[#]A bezeichnet), die sich neben einer fehlerhaften Stelle an der einen Seite davon befindet, eine
35 Art Überwachungssignal zu dem Leitungskonzentrator oder der

ST (mit ST[#]B bezeichnet), die sich auf der anderen Seite neben der fehlerhaften Stelle befindet, wodurch die Wiederherstellung aus dem fehlerhaften Zustand danach festgestellt wird, ob die ST[#]B das erwähnte Überwachungssignal empfangen
5 kann oder nicht.

Gemäß dem Verbindungsmodell für offene Systeme (OSI), das von der internationalen Standardisierungs-Organisation (ISO) empfohlen wird, ist die erste niedrige Ebene eine physikalische Ebene (PHY) und die zweite niedrige Ebene eine
10 Datenverbindungssteuerebene (DLC). Die DLC-Ebene ist in zwei weitere niedrige Ebenen einer Mediumzugriffssteuerung (MAC) und einer logischen Verbindungssteuerung (LLC) aufgeteilt. Im Falle einer Kommunikation auf der MAC-Ebene ist es erforderlich, sicherzustellen, daß ein Token-Signal normal zwischen
15 zum Beispiel zwei STs umlaufen kann. Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, daß gemäß dem obigen, bekannten Wiederherstellungs-Überwachungsverfahren der Erhalt des Überwachungssignals in einem Zustand geprüft wird, in dem die erste und die zweite Übertragungsleitung voneinander unabhängig
20 sind (d.h. diese Leitungen sind nicht in einer Schleife miteinander verbunden). Folglich kann der Erhalt des Überwachungssignales an der ST[#]B die Normalität auf der PHY-Ebene, aber nicht die Normalität auf der MAC-Ebene sicherstellen.

Die DE-A-27 03 165 beschreibt ein Konfigurationssteuerverfahren für ein Netzwerk mit einer Anzahl von Leitungskonzentratoren oder Knoten. Das Netzwerk hat jedoch keine
25 Ringstruktur, sondern eine Baumstruktur.

Das im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebene Netzwerkkonfigurationssteuerverfahren ist aus der EP-A-
30 0 168 258 bekannt. Bei diesem Verfahren wird jedoch einem Spannungsausfall in einem Knoten dadurch begegnet, daß Rückschleifen zu den benachbarten Knoten verwendet werden, um den Knoten zu isolieren, anstatt die Knoten auch bei einer Abwesenheit der Spannung im leitenden Zustand zu belassen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Konfigurationssteuerverfahren für ein Ringnetzwerkssystem zu schaffen, das in der Lage ist, die Zeitspanne zu verringern, während der die Kommunikationsfunktion des gesamten Netzwerkes nach dem Auftreten eines Fehlers unterbrochen ist.

Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Konfigurationssteuerverfahren für ein Ringnetzwerkssystem zu schaffen, das geeignet ist, den Umfang des Netzwerks durch Hinzufügen von Stationen, die aus einem Ruhezustand in Betrieb gesetzt (aktiviert) oder aus einem Fehlerzustand wiederhergestellt werden, zu erweitern.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Netzwerk-Überwachungsverfahren zu schaffen, das die Normalität der Kommunikation auf der MAC-Ebene beim Verbinden von zwei Netzwerkabschnitten sicherstellen kann.

Diese Aufgaben werden durch das in den Patentansprüchen beschriebene Verfahren gelöst.

Ansichts der obigen Aufgaben ist daher ein Netzwerksystem vorgesehen, das eine Anzahl von Leitungskonzentratoren, von denen jeder wenigstens eine Terminalstation aufweist, die über eine Abzweigleitung daran angeschlossen ist, und wenigstens eine Ringübertragungsleitung zum Verbinden der Anzahl von Leitungskonzentratoren in einer ringförmigen Konfiguration umfaßt, wobei jeder der Leitungskonzentratoren eine interne Übertragungsleitung zum Verbinden der Abzweigleitungen in Reihe mit der Ringübertragungsleitung und Schalteinrichtungen zum Konfigurieren der internen Übertragungsleitung zu einem lokalen Ring beinhaltet, der von der Ringübertragungsleitung unabhängig ist, ohne die Ringübertragungsleitung zu unterbrechen.

Bei dieser Anordnung der einzelnen Leitungskonzentratoren kann ein Leitungskonzentrator, der eine Unnormalität erfaßt, die in dem Bereich auftritt, der von dem Leitungskonzentrator zu überwachen ist, die interne Übertragungsleitung

von der Ringübertragungsleitung abtrennen, wodurch der normale Kommunikationszustand wiederhergestellt wird, in dem andere normale Leitungskonzentratoren über die Ringübertragungsleitung ohne die fehlerhafte Stelle miteinander verbunden sind.

Nachdem die Abzweigleitung, bei der der Fehler aufgetreten ist, identifiziert wurde, wird die Abzweigleitung von der internen Übertragungsleitung abgekoppelt und daraufhin der lokale Ring geöffnet, um zu ermöglichen, daß die interne Übertragungsleitung an die Ringübertragungsleitung angeschlossen wird, wodurch die Terminalstation, die mit der erwähnten internen Übertragungsleitung verbunden ist, wiederhergestellt und in das Ringnetzwerksystem eingefügt werden kann. Diese Konfigurationssteuervorgänge können durch eine Kommunikationssteuerung ausgeführt werden, die an der internen Übertragungsleitung vorgesehen ist.

Durch die Übernahme der obigen Leitungskonzentratorstruktur ist der in den Ruhezustand versetzte Leitungskonzentrator in der Lage, die von diesem Leitungskonzentrator überwachte Station vom Netzwerk abzutrennen, ohne daß die Ringübertragungsleitung unterbrochen wird, so daß die Kommunikation zwischen den anderen, arbeitenden Leitungskonzentratoren nicht gestört ist. Wenn der ruhende Leitungskonzentrator seine Arbeitsfähigkeit wiedergewinnt, kann er durch Anschließen der internen Übertragungsleitung an die Ringübertragungsleitung wieder zu dem Netzwerk hinzugefügt werden, was wiederum bedeutet, daß die Erweiterung des Netzwerks erleichtert ist.

Als nächstes wird ein umfangreiches Netzwerksystem mit einer langreichweitigen Ringübertragungsleitung betrachtet. Wenn ein Leitungskonzentrator eines solchen umfangreichen Netzwerks aus einem Zustand, in dem keiner der Leitungskonzentratoren in Betrieb ist, aktiviert wird, kann die Situation entstehen, daß das Signal, das von dem aktivierten Leitungskonzentrator ausgesendet wurde, auf der Ringübertragungsleitung so abgeschwächt wird, daß es nicht normal auf

dem Ring umlaufen kann. Auch kann das Signal durch Fehler oder Hindernisse daran gehindert werden, auf der Ringübertragungsleitung umzulaufen.

Bei einer Anordnung, bei der die einzelnen Leitungskonzentratoren über erste und zweite Ringübertragungsleitungen mit einander entgegengesetzten Übertragungsrichtungen mit Rückschleifenwegen zwischen der ersten und der zweiten Ringübertragungsleitung verbunden sind, kann eine Kommunikation über ein Netzwerk mit verringertem Umfang ausgeführt werden. Wenn der erfindungsgemäße Leitungskonzentrator bei diesem Duplex-Ringübertragungsleitungsnetzwerk angewendet wird, ist es möglich, das Netzwerk durch aufeinanderfolgendes Anschließen von neuen lokalen Ringen, die nach dem Wiederherstellen des zugehörigen Leitungskonzentrators aus einem Fehlerzustand oder nach dem Aktivieren von zusätzlichen Leitungskonzentratoren in Betrieb genommen wurden, an die bereits in Betrieb befindlichen lokalen Ringe zu erweitern, nachdem bestätigt wurde, daß auf der MAC-Ebene eine normale Kommunikation möglich ist.

Für die Diagnose der Möglichkeit der Kommunikation über die Ringübertragungsleitung kann der neu aktivierte oder eingefügte Leitungskonzentrator (der in den Betriebszustand gebrachte Konzentrator) ein Testsignal aussenden. Bis das Testsignal innerhalb einer vorgegebenen Zeit zurückkehrt, befindet sich die Übertragungsleitung in einem lokalen Ringstatus, damit die Inter-ST-Kommunikation auf einem Netzwerk minimalen Umfangs gestartet werden kann, das in dem Bereich ausgebildet wird, der vom zugehörigen Leitungskonzentrator abgedeckt wird (dieser Modus wird als ISOL-Modus bezeichnet). Um das Hinzufügen oder Aktivieren von anderen Leitungskonzentratoren oder das Wiederherstellen aus einem Fehlerzustand zu erfassen, wird der Leitungskonzentrator im ISOL-Modus angewiesen, auf dem ersten Ringübertragungsweg ein erstes Steuersignal auszusenden. Beim Erhalt des ersten Steuersignals auf der ersten Ringübertragungsleitung von oben

stellt der betreffende Leitungskonzentrator fest, ob das erhaltene Steuersignal von ihm ausgesendet wurde. Wenn ja, stellt der betreffende Leitungskonzentrator fest, daß die erste Ringübertragungsleitung den Normalzustand angenommen hat, und verbindet die interne Übertragungsleitung mit der ersten Ringübertragungsleitung, um in den Normalzustand (als NORM-Modus bezeichnet) einzutreten. Andererseits reagiert der betreffende Leitungskonzentrator, der sich im ISOL-Modus befindet, auf das erhaltene Steuersignal mit dem Aussenden eines zweiten Steuersignals auf der zweiten Ringübertragungsleitung, wenn sich herausstellt, daß das auf der ersten Übertragungsleitung von oberhalb des betreffenden Leitungskonzentrators erhaltene erste Steuersignal von einem anderen Leitungskonzentrator ausgesendet wurde. Der Leitungskonzentrator, der sowohl das erste als auch das zweite Steuersignal empfängt, stellt dann fest, daß sich oberhalb und unterhalb von ihm andere in Betrieb befindliche Leitungskonzentratoren befinden, und nimmt den NORM-Modus an. Andererseits stellt der Leitungskonzentrator, der nur eines der beiden Steuersignale erhält, fest, daß er sich in einem noch zu beschreibenden Testring an einer Stelle ganz oben oder ganz unten befindet, und bildet einen Rückschleifenweg aus, der sich von der zweiten Ringübertragungsleitung zur ersten Ringübertragungsleitung (als HEAD-Modus bezeichnet) erstreckt, während sich ein anderer Rückschleifenweg von der ersten Ringübertragungsleitung zur zweiten Ringübertragungsleitung erstreckt (als TAIL-Modus bezeichnet). Durch die Vorgänge zur Ausbildung dieser Rückschleifenwege wird ein lokaler Testring erzeugt, der die erste und die zweite Ringübertragungsleitung einschließt. Da dieser Testring von den lokalen Ringen unabhängig ist, die sich bereits im Betriebszustand befinden, ist es möglich, am Testring eine Testoperation auszuführen, die die Normalität der Kommunikation auf der MAC-Ebene bestätigt, ohne die anderen lokalen Ringe zu beeinflussen. Der Leitungskonzentrator im TAIL- oder HEAD-Modus verbindet den Testring,

dessen Normalität bestätigt wurde, mit dem lokalen Ring, der in diesem Leitungskonzentrator bereits benutzt wird. Auf diese Weise wird das Netzwerk erweitert. Der Leitungskonzentrator im TAIL-Modus fährt fort, auf der ersten Ringübertragungsleitung das erste Steuersignal auszusenden, um das Netzwerk in der Richtung nach unten zu erweitern, während der Leitungskonzentrator im HEAD-Modus fortfährt, die Ankunft des ersten Steuersignals von der oberen Seite zu überwachen. Nach dem Verbinden der aufeinanderfolgend ausgebildeten einzelnen Teststringe nehmen die Konzentratoren in beiden Moden den NORM-Modus an. Erfindungsgemäß kann eine Anzahl von Leitungskonzentratoren, die gleichzeitig hinzugefügt werden, in einen einzigen Teststring eingeschlossen werden, um dadurch das Netzwerk schnell erweitern zu können.

Die vorstehenden und andere Aufgaben, Vorteile, Betriebsarten und neuen Merkmale der vorliegenden Erfindung können besser anhand der folgenden genauen Erläuterung in Verbindung mit der beiliegenden Zeichnung verstanden werden.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die Fig. 1 ist eine Ansicht der allgemeinen Anordnung eines Ringnetzwerksystems, bei dem die vorliegende Erfindung angewendet werden kann;

die Fig. 2 eine Ansicht des Aufbaus eines Leitungskonzentrators;

die Fig. 3 eine Ansicht, die beispielhaft die Basisanordnung eines Schaltersatzes (5) zeigt, der bei dem Leitungskonzentrator der Fig. 2 verwendet wird;

die Fig. 4 ein Flußdiagramm zur Darstellung der Steuervorgänge, die nach der Feststellung einer Ring-Unnormalität von den einzelnen Stationen ausgeführt werden;

die Fig. 5 bis 8 sind Ansichten zur Darstellung von Änderungen im internen Zustand eines Leitungskonzentrators, die auf die Feststellung einer Ring-Unnormalität hin erfolgen;

die Fig. 9 ist eine Ansicht, die beispielhaft das Format eines Kommunikationsblocks zeigt, der für die Konfigurationssteuerung des Ringnetzwerkssystems verwendet wird;

5 die Fig. 10A bis 10J sind Ansichten zur Darstellung der Vorgänge in zeitlich aufeinanderfolgender Reihenfolge, mittels der das Netzwerk gemäß der Lehre der Erfindung erweitert wird;

10 Die Fig. 11 bis 15 sind Ansichten zur Darstellung der wesentlichen Änderungen, die im internen Zustand des Leitungskonzentrators im Laufe der Erweiterung des Netzwerks erfolgen;

die Fig. 16 ist eine Ansicht zur Darstellung des Zustandes, bei dem mittels des Netzwerk-Erweiterungsvorganges ein Betriebsring und ein Testring gebildet werden;

15 die Fig. 17A bis 17D sind Ansichten zur Darstellung der Zustände eines Leitungskonzentrators sowie der Beziehungen zu dem arbeitenden Ring im NORM-Modus, ISOL-Modus, HEAD-Modus und TAIL-Modus;

20 die Fig. 18 bis 21 Flußdiagramme zum Darstellen der Steuervorgänge, die von den einzelnen Leitungskonzentratoren bei der Verwirklichung der Netzwerkerweiterung gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung ausgeführt werden; und

die Fig. 22 und 23 Ansichten zur Darstellung des internen Zustandes des Leitungskonzentrators.

25

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Die Fig. 1 zeigt die allgemeine Anordnung eines Netzwerksystems, bei dem die vorliegende Erfindung angewendet werden kann. In dieser Abbildung bezeichnet das Bezugszeichen 1 jeweils Leitungskonzentratoren, 2 Terminalstationen (TS), von denen jede mit dem zugehörigen Leitungskonzentrator verbunden ist, 3 einen Duplex- oder Doppel-Übertragungsweg, der von einer ersten Ringübertragungsleitung 3A und einer zweiten Ringübertragungsleitung 3B gebildet wird, um die einzelnen
35 Leitungskonzentratoren 1 zu verbinden, und das Bezugszeichen

4 eine Abzweigleitung zum Verbinden der Terminals TS mit den Ringübertragungsleitungen.

Die Fig. 2 zeigt den internen Aufbau eines Leitungskonzentrators 1, wobei die Bezugszeichen 1 bis 4 dieselben Komponenten wie in der Fig. 1 bezeichnen. Das Bezugszeichen 5 bezeichnet einen Schaltersatz, der zum Ausbilden einer Rückschleife von der ersten Ringübertragungsleitung 3A zur zweiten Ringübertragungsleitung 3B oder umgekehrt dient, um Unnormalitäten zu begegnen, die in der Übertragungsleitung auftreten. Das Bezugszeichen 6 bezeichnet einen Schaltersatz zum Ausbilden eines lokalen Rings (ISOL), um eine Kommunikation nur zwischen den Terminalstationen oder TS zu ermöglichen, die mit dem betrachteten Leitungskonzentrator verbunden sind, und um den lokalen Ring an den Duplex-Ringübertragungsweg anzuschließen, die Bezugszeichen 7A bis 7C bezeichnen Abzweigleitungs-Umgehungsschalter zum selektiven Verbinden oder Abtrennen der zugehörigen Abzweigleitung 4 mit bzw. von der internen Übertragungsleitung 30 für den lokalen Ring (zusammen werden diese Schalter mit dem Bezugszeichen 7 bezeichnet), die Bezugszeichen 9-A und 9-B (zusammen als 9 dargestellt) bezeichnen Kommunikationssteuerungen (als Steuerstationen oder STs bezeichnet), die verschiedene Tests und Steuerungen ausführen, wie den Test des lokalen Rings, die Steuervorgänge zum Testen der Normalität eines Ringübertragungsleitungsabschnittes, der zur Erweiterung des Netzwerkes neu hinzugefügt werden soll, die Steuerung der verschiedenen Schalter einschließlich der oben erwähnten und die Steuerung der Kommunikation über das Netzwerk durch Herstellung einer Verbindung mit den Terminalstationen 2 und anderen Kommunikationssteuervorrichtungen. Die Kommunikationssteuerung 9-A wird als Hauptsteuerstation bezeichnet, während die Kommunikationssteuerung 9-B als Substeuerstation bezeichnet wird. Die Hauptsteuerstation 9-A und die Substeuerstation 9-B weisen Funktionen auf, um miteinander in Verbindung zu treten. Dadurch, daß jede der Steuerstationen 9-A und 9-B gleich auf-

gebaut ist und identische Funktionen ausführen kann, können die Hauptsteuerstation 9-A und die Substeuerstation 9-B gegenseitig ausgetauscht werden. Das Bezugszeichen 10 bezeichnet eine Aktivierungssignal-Erfassungsschaltung zum Erfassen der Aktivierung des Leitungskonzentrators nach dem Einschalten sowie die Wiederherstellung nach einem Fehlerzustand auf der Basis eines vorgegebenen Stromwertes oder dergleichen. Die Fig. 3 zeigt den internen Aufbau des Schaltersatzes 5. Dieser Schaltersatz 5 weist eine Anzahl von Schaltern SW1 bis SW9 zum Ändern der Verbindungen zwischen den Ringübertragungsleitungen 3A und 3B und der Substeuerstation 9-B und zwischen den Ringübertragungsleitungen 3A und 3B und dem Schaltersatz 6 auf.

Es wird nun die Konfigurationssteuerung des Netzwerkes auf das Auftreten eines Fehlers hin bei der oben beschriebenen Anordnung eines Netzwerksystems erläutert.

Bei der folgenden Erläuterung wird angenommen, daß das in "Token Ring Access Method and Physical Layer Specifications" in IEEE Std. 802.5, 1985 (ISO/DP 8802/5) beschriebene Protokoll verwendet wird. Gemäß diesem Protokoll führt jede der Terminalstationen oder STs (d.h. die ST 2 und die Steuer-STs 9-A und 9-B der Fig. 1) folgende Funktionen aus:

(1) Auf das Feststellen einer Unnormalität im Ring hin gibt jede ST einen Unnormal-Benachrichtigungsblock aus, der abgekürzt Signalisierung oder BCN bezeichnet wird. Da sich der Ring wie ein in Reihe verbundenes System verhält, wird die Ringunnormalität von allen STs festgestellt. Zu dem Zeitpunkt, wenn die STs das BCN-Signal aussenden, ist die fehlerhafte Stelle noch nicht identifiziert.

(2) Wenn eine gegebene ST das BCN erhält, stellt diese ST fest, daß es oberhalb von ihr wenigstens eine ST gibt, die die Unnormalität erfaßt hat, woraufhin die gegebene ST die Ausgabe des eigenen BCN einstellt, um die fehlerhafte Stelle zu lokalisieren, und sie geht in den Zustand über, in dem das erhaltene BCN zu den unterhalb dieser gegebenen ST

befindlichen STs weitergegeben wird. In diesem Zusammenhang: Die Bedeutung der Bezeichnung "oberhalb" und "unterhalb" kann eindeutig auf der Basis der Richtung festgelegt werden, in der die Daten über den Ringübertragungsweg übertragen werden.

5 (3) Es wird angenommen, daß sich eine ST, die das BCN für eine Zeitspanne aussendet, die länger ist als eine vorgegebene Zeitspanne, in der Nähe der fehlerhaften Stelle des Ringes befindet, und daß der Fehler im Versorgungsbereich oder dem Gebiet aufgetreten ist, der bzw. das von der erwähnten ST überwacht wird, d.h. der Fehler tritt in dem Abschnitt
10 zwischen dem Sender der erwähnten ST und dem Empfänger der unterhalb davon befindlichen, benachbarten ST auf.

(4) Wenn eine gegebene ST das eigene BCN erhält, das von ihr selbst ausgegeben wurde, wird festgestellt, daß das
15 BCN einmal um den Ring gelaufen ist, d.h. daß eine geschlossene Ringübertragungsleitung ausgebildet wurde, woraufhin die ST die Ausgabe des BCN beendet. Daraufhin wird die Ringkommunikationsprotokollfunktion durch die Tokensteuerung erneut im Ring initiiert.

20 Die Fig. 4 zeigt in einem Flußdiagramm die Steuervorgänge, die von jeder ST bei der Feststellung einer Ringunnormalität ausgeführt werden.

Wie oben angegeben, sendet bei der Feststellung einer Ringunnormalität jede ST den Unnormal-Benachrichtigungsblock
25 oder das BCN-Signal aus. Dabei stellt die ST fest, ob sie die Steuer-ST oder eine gewöhnliche ST ist (Schritt 51). Wenn die betrachtete ST die Steuer-ST ist, wird ein Abzweig-Abtrennflag (BF) auf "0" gesetzt, um einen Zeitgeber (TO) zum Überwachen des Empfangs des BCN-Signals zu starten (Schritt 52),
30 gefolgt von der Ausgabe eines ersten Unnormal-Benachrichtigungsblockes oder BCN1, der bzw. das dieser Steuer-ST zugeordnet ist (Schritt 53). Anderenfalls, wenn die betrachtete ST nicht die Steuer-ST ist, sendet die betrachtete ST im Schritt 61 einen zweiten Unnormal-Benachrichtigungsblock oder
35 ein BCN2 an die gewöhnlichen STs aus. Der Grund dafür, warum

in Abhängigkeit vom Typ der ST, die die Ringunnormalität feststellt, verschiedene BCNs ausgesendet werden, liegt darin, den Leitungskonzentrator zu identifizieren oder anzugeben, der Maßnahmen zur Behebung des Fehlers ergreifen soll.

5 Wenn eine gegebene der Steuer-STs fortfährt, das BCN1 für eine Zeitspanne auszusenden, die länger ist als eine vorgegebene Zeitspanne, wird gemäß dem erwähnten Protokollschritt (3) festgestellt, daß sich, ausgehend von der Stelle des Fehlers als Ursprung, die gegebene Steuer-ST am weitesten oberhalb auf dem Ring befindet, und der Leitungskonzentrator, zu dem die gegebene Steuer-ST gehört, wird als der Leitungskonzentrator festgestellt, der Maßnahmen zur Wiederherstellung aus dem Fehlerzustand ergreifen soll.

10

Wenn die gewöhnlichen STs, die die jeweiligen BCN2-Signale aussenden, das BCN1 oder BCN2 von der Seite oberhalb davon erhalten, nehmen diese gewöhnlichen STs den normalen Betrieb wieder auf (Schritt 62). Das Steuer-ST, das das BCN1 ausgibt, ist in einem Zustand, in dem es auf den Empfang dieses BCN1 von der Seite oberhalb davon wartet (Schritte 54, 55).

15

20 Wenn die am Zeitgeber TO eingestellte Zeit abgelaufen ist, ohne daß das BCN1 erhalten wurde (Zeitüberschreitung), stellt die betrachtete ST fest, daß sie sich am weitesten oberhalb auf dem Ring befindet und die Fehler-Behebungsvorgänge einleiten sollte. Es steht jedoch zu diesem Zeitpunkt noch nicht fest, ob der Fehler im zugehörigen Leitungskonzentrator aufgetreten ist, z.B. in der Abzweigleitung 4 oder dem Terminal ST 2, oder auf dem Duplex-Übertragungsweg zwischen dem zugehörigen Leitungskonzentrator und dem oberhalb davon befindlichen Leitungskonzentrator. Entsprechend prüft die Steuer-ST den Status des Flags BF (Schritt 56), und wenn das

25

30 Flag BF gleich "0" ist, werden die Abzweigungs-Umgehungs-schalter 7A und 7B so umgeschaltet, daß alle Abzweigleitungen 4 abgetrennt sind (Schritt 57), wie es in der Fig. 5 gezeigt ist. Daraufhin wird das Flag BF auf "1" gesetzt, um den Zählvorgang des Zeitgebers TO erneut zu starten (Schritt 58), um

35

1.0

15

25

30

werden, daß jede Steuer-ST, die das BCN1 auf der ersten Ringübertragungsleitung 3A erhalten hat, ein Signal BCN1' auf die zweite Ringübertragungsleitung 3B gibt, während andere Steuer-STs als die, die das BCN1-Signal ausgeben, vom BCN1'-Übertragungsmodus auf den gewöhnlichen Modus zurückgesetzt werden, wenn sie auf der zweiten Ringübertragungsleitung das BCN1' von oberhalb erhalten haben, wie es in der erwähnten japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 26 236/1985 (JP-A60-26 236), die der US-Patentanmeldung Nr. 826 255 entspricht, vorgeschlagen wurde. Mit anderen Worten wird nur bei der Steuer-ST, die das BCN1 ausgibt, das Ausführen der Weitergabefunktion auf der zweiten Ringübertragungsleitung unterdrückt, auch wenn diese Steuer-ST das BCN1' von einer anderen ST erhält. Durch das Erzeugen dieses Pseudo-Leitungsfehlers auf der zweiten Ringübertragungsleitung ist es nur der Steuer-ST des Leitungskonzentrators, der sich unmittelbar unterhalb der Fehlerstelle auf der zweiten Ringübertragungsleitung befindet, möglich, fortlaufend den BCN1'-Übertragungsmodus aufrechtzuerhalten. Folglich wird die zweite Rückschleife im erwähnten Leitungskonzentrator ausgebildet.

Wenn im Feststellungsschritt 54 der Fig. 4 das BCN1 erhalten wird, erfolgt ein Sprung zum Schritt 64, in dem der Zustand des Flags BF geprüft wird. Wenn das Flag BF "0" ist, wird festgestellt, daß der Fehler beseitigt ist oder daß sich oberhalb eine weitere Steuer-ST befindet, die Maßnahmen zur Behebung des Fehlers ergreifen soll. Entsprechend kehrt die Steuer-ST, die die obige Feststellung getroffen hat, zum gewöhnlichen Betriebsmodus zurück. Wenn andererseits das Flag BF "1" ist, stellt die Steuer-ST fest, daß sich die Fehlerstelle innerhalb des zugehörigen Leitungskonzentrators befindet, zu dem diese ST gehört, woraufhin die interne Übertragungsleitung 30 mittels des Schaltersatzes 5 vom Doppelringübertragungsweg 3 abgekoppelt wird und durch Kurzschließen der internen Übertragungsleitung 30 mittels des Schaltersatzes 6 (Schritt 65) der lokale Ring (interne Ring) ausgebildet

wird, wie es in der Fig. 7 gezeigt ist. In diesem Fall ist die Substeuerung ST 9-B mit dem Doppelringübertragungsweg 3 verbunden, um anstelle der Hauptsteuerung 9-A deren Funktionen zu übernehmen. Auf diese Weise kann die Abzweigung oder es können die Terminalstationen, in denen ein Fehler aufgetreten ist, vom Doppelringübertragungsweg abgekoppelt werden, während die anderen Leitungskonzentratoren die Kommunikationsfähigkeit wiedergewinnen, ohne auf den Abschluß der internen Diagnosevorgänge warten zu müssen, die auf dem erwähnten lokalen Ring ausgeführt werden. Diese Diagnosevorgänge werden im folgenden beschrieben.

Wie in der Fig. 7 gezeigt, können die internen Diagnosevorgänge zum Beispiel dadurch ausgeführt werden, daß nur der Abzweig-Umgehungsschalter 7A mit der Abzweigung verbunden wird, während die anderen Schalter 7B und 7C so eingestellt sind, daß die jeweiligen Abzweigungen umgangen werden. In diesem Zustand sendet die Hauptsteuerung ST 9-A einen Testblock aus (z.B. ein BCN), um so festzustellen, ob das Testmuster auf dem lokalen Ring umlaufen kann oder nicht. Durch aufeinanderfolgendes Zuschalten der Abzweigungen, die auf diese Weise mit dem lokalen Ring verbunden werden, kann festgestellt werden, daß der Fehler auf der Abzweigung liegt, die zu dem Zeitpunkt mit dem lokalen Ring verbunden ist, zu dem der Testblock nicht auf dem lokalen Ring umlaufen kann. Wenn sich zum Beispiel herausstellt, daß die zum Schalter 7C gehörende Abzweigung einen Fehler aufweist, wie es in der Fig. 8 durch das Zeichen X angedeutet wird, wird nur der Schalter 7C im Umgehungszustand belassen, während alle anderen Schalter 7A und 7B mit den jeweiligen Abzweigungen verbunden werden. Durch Zurückbringen der Schalter 5 und 6 in den ursprünglichen Zustand (Schritt 67) beendet die Hauptsteuerung ST 9-A dann die interne Diagnose des zugehörigen Leitungskonzentrators, ohne die Kommunikation zwischen den anderen Leitungskonzentratoren zu stören, um es

damit den normalen Terminals TS zu ermöglichen, wieder mit dem Ringnetzwerk verbunden zu werden.

Wie aus der vorstehenden Erläuterung hervorgeht, ist bei dem beschriebenen Netzwerksystem jeder der Leitungskonzentratoren mit einem lokalen Ring versehen, um daran die Terminal-Abzweigleitungen anzuschließen, wodurch der lokale Ring vom Doppelringübertragungsweg abgekoppelt werden kann, ohne diesen zwischen den benachbarten Leitungskonzentratoren oberhalb und unterhalb davon zu unterbrechen. Auf die Feststellung einer Ringunnormalität hin trennt der Leitungskonzentrator, für den festgestellt wird, daß in dem Bereich, der sich unter seiner Kontrolle befindet, ein Fehler aufgetreten ist, den lokalen Ring mit der Fehlerstelle vom Doppelringübertragungsweg ab, bevor in die zeitaufwendigen Diagnosevorgänge eingetreten wird. Auf diese Weise können die internen Diagnosevorgänge ausgeführt werden, während die Kommunikationsfähigkeit über den Doppelringübertragungsweg zwischen den anderen normalen Leitungskonzentratoren wiederhergestellt ist. Mit anderen Worten kann die erfindungsgemäße Rekonfigurationssteuerung so ausgeführt werden, daß der Einfluß des Fehlers auf das gesamte Ringnetzwerksystem auf ein Minimum herabgedrückt wird.

Es wird nun eine beispielhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben, die auf dem Konzept basiert, das dem obigen Beispiel zugrundeliegt und die auf eine Konfigurationssteuerung zur Erweiterung des Netzwerkes gerichtet ist.

Die Fig. 9 zeigt beispielhaft das Format eines Kommunikationsblockes, der in Verbindung mit der Ausführungsform der Erfindung verwendet wird. In dieser Abbildung bezeichnet das Bezugszeichen 40 ein Start-Trennzeichen (abgekürzt SD), das den Beginn des Blocks anzeigt, 41 ein Blocksteuerzeichen (FC), das die Art des Blocks angibt, 42 eine Bestimmungsadresse, die den Zielort angibt, zu dem die Daten zu senden sind, 43 eine Quellenadresse (SA), die den Ursprung angibt,

von dem die zu übermittelnden Daten kommen, 44 die Informationen oder Daten (INFO), die zu übermitteln sind, 45 eine Blockprüfsequenz (FCS) und 46 ein Ende-Trennzeichen (ED), das das Ende des Blocks anzeigt.

5 Im Falle der nun betrachteten Ausführungsform wird für Steuerzwecke von einem Ringumlaufprüfblock (im folgenden als RCC-Block bezeichnet), einem Signalisierungsrekonfigurationsblock (BR-Block) und einem Rekonfigurations-Bestätigungsblock (RA-Block) Gebrauch gemacht. In diesen Blöcken für
10 Steuerzwecke beinhaltet die DA 42 die Adressen für alle STs (zur gleichzeitigen Benachrichtigung), die SA 43 die Adresse der Absende-ST und die INFO 44 Textdaten. Die Unterscheidung der einzelnen Blöcke erfolgt mit Hilfe des FC 41. Es sei nun angenommen, daß das FC 41 von Ein-Byte-Daten gebildet wird.
15 Unter dieser Annahme kann eine Definition derart erfolgen, daß, wenn FC 41 gleich X'03' ist, dies den RCC-Block bezeichnet, ein FC 41 von X'02' den BR-Block und ein FC 41 von X'04' den RA-Block. Es sollte in diesem Zusammenhang erwähnt werden, daß ein FC 41 von X'02' sowohl den BR-Block als auch den
20 RA-Block bezeichnen kann, wobei eine Unterscheidung dieser beiden Blöcke durch Identifizieren der Empfangs-Übertragungsleitung erfolgt. Zum Beispiel kann ein FC 41 von X'02', das auf der ersten Übertragungsleitung 3A erhalten wird, als BR-Block definiert werden, während ein FC 41 von X'02', das auf
25 der zweiten Übertragungsleitung 3B erhalten wird, als RA-Block definiert sein kann. Das FC 41 des Blocks, das nicht zur Konfigurationssteuerung verwendet wird, ist durch X'00' gegeben.

Die Fig. 10A bis 10J zeigen zeitlich aufeinanderfolgend eine Art, wie die Leitungskonzentratoren 1A bis 1D, die
30 das Ringnetzwerk bilden, den Betrieb willkürlich beginnen, wobei die Größe des Netzwerkes (die Anzahl von arbeitenden STs) zunehmend erweitert wird. In diesen Abbildungen sind die einzelnen Leitungskonzentratoren zum Zwecke der Vereinfachung der Darstellung nur schematisch gezeigt. Das heißt, es ist in
35

den Fig. 10A bis 10J in Verbindung mit den aktivierten Leitungskonzentratoren nur die Hauptsteuer-ST 9-A, die Substeuer-ST 9-B und die Aktivierungssignal-Erfassungsschaltung 10 der Fig. 2 gezeigt.

5 Die Fig. 10A zeigt den Zustand, in dem keiner der Leitungskonzentratoren aktiviert ist. In den noch nicht aktivierten (d.h. nicht mit der Energiequelle verbundenen) Leitungskonzentratoren sind der lokale Ring und die Steuer-STs (9A, 9B) freigegeben oder abgekoppelt oder umgehen den Übertragungs-
10 weg 3, so daß das Signal wie erhalten unverändert weitergegeben wird. Die Fig. 22 zeigt die Anordnung der Steuerstationen 9-A und 9-B, die vom Übertragungsweg getrennt sind, der mit den Abzweigleitungen 4 verbunden ist, so daß zwischen den Stationen 2 und den Stationen der anderen Lei-
15 tungskonzentratoren eine Verbindung möglich ist. Die Fig. 23 zeigt die Verbindung des Übertragungsweges 3, der sowohl von den Terminal-STs 2 als auch den Steuer-STs 9 getrennt ist. Bei dieser Anordnung ist es möglich, von dem aktivierten Leitungskonzentrator oder zwischen den aktivierten Konzentra-
20 toren eine Kommunikation auszuführen, während die übrigen Leitungskonzentratoren dazwischenliegen.

Die Fig. 10B zeigt den Zustand des Netzwerks, wenn nur der Leitungskonzentrator 1-B in der in der Fig. 11 gezeigten Weise aktiviert ist. Der Leitungskonzentrator 1-B
25 sendet über die Hauptsteuer-ST 9-A den Ringumlaufprüf-(RCC)-Block 20 aus, um festzustellen, ob dieses Signal nach einem Umlauf durch die Ringübertragungsleitung 3 innerhalb einer gegebenen Zeitspanne zum Konzentrator 1-B zurückkehrt. Wenn auch nach dem Verstreichen der vorgegebenen Zeit keine Rück-
30 kehr des Signals festgestellt werden kann, wird entschieden, daß die Kommunikation durch das Ringnetzwerk über die Übertragungsleitung 3 unmöglich ist, und es wird folglich der Schaltersatz 6 für den lokalen Ring ausgelöst, um den lokalen Ring zu bilden, der im Leitungskonzentrator 1-B geschlossen
35 ist.

Die Fig. 10C zeigt den Zustand, bei dem sich der Leitungskonzentrator 1-B im geschlossenen lokalen Ringmodus (auch als ISOL-Modus bezeichnet) befindet, der in der Fig. 12 gezeigt ist. Bei der nun zu beschreibenden Ausführungsform befindet sich jeder Leitungskonzentrator im ISOL-Modus, wenn die Testdaten nicht über den ersten Ring 3A umlaufen können, wie es oben erwähnt ist. Dieser Modus liegt vor, wenn die Übertragungsleitung einen Fehler aufweist oder wenn die Gesamtlänge der Übertragungsleitung 3 zu groß ist, um das Signal nur durch die aktivierten Leitungskonzentratoren weiterzugeben. In diesem ISOL-Modus wird fortlaufend auf dem ersten Ring der Rekonfigurations-(BR)-Block 21 ausgesendet, um die Aktivierung anderer Leitungskonzentratoren zu überwachen.

Die Fig. 10D zeigt den Zustand, bei dem der Leitungskonzentrator 1-A zusätzlich aktiviert wurde. Wenn der Leitungskonzentrator 1-A den RCC-Block aussendet, wird dies von der Aktivierungssignal-Erfassungsschaltung 10 des Leitungskonzentrators 1-B festgestellt, woraufhin die Steuerung durch die Substeuer-ST 9-B zum Leitungskonzentrator 1-A übertragen wird. Wenn vom Leitungskonzentrator 1-A festgestellt wird, daß der RCC-Block 20 nicht auf dem Ring umlaufen kann, sendet der Leitungskonzentrator 1-A den BR-Block 21 aus, bevor er in den ISOL-Mode übergeht. Auf den Erhalt des BR-Blocks 21 hin gibt der Leitungskonzentrator 1-B den RA-(Rekonfigurations-Bestätigungs-)Block 22 auf die zweite Ringübertragungsleitung.

Die Fig. 10E zeigt den Zustand, in dem der Testring gebildet wird. Der Leitungskonzentrator 1-A ist im Rückschleifenzustand (HEAD-Mode), in dem ein Rückschleifenweg von der zweiten Ringübertragungsleitung 3-B zur ersten Ringübertragungsleitung 3-A ausgebildet wird, wie es in der Fig. 14 gezeigt ist, da der RA-Block 22 erhalten wird, während der BR-Block 21 nicht erhalten wird. Es wird daher der Testring 31 gebildet. Da der Testring 31 vom lokalen Ring 32, der bereits im Betriebszustand ist, unabhängig ist, kann die Norma-

lität des Teststringes geprüft werden, ohne daß die über den lokalen Ring 32 geführte Kommunikation beeinflusst wird. Da des weiteren der Normalitätstest über den Teststring 31 der Ringkonfiguration ausgeführt werden kann, kann die Normalität der Kommunikation sogar auf der MAC-Ebene sichergestellt werden.

Zur Durchführung des Tests unter der Annahme, daß das Ringnetzwerk vom Token-Steuertyp ist, können die Steuer-STs 9-A und 9-B so ausgeführt sein, daß der Testvorgang am Teststring 31 in Übereinstimmung mit dem Protokoll erfolgt, das in dem oben erwähnten "IEEE Standard 802.5" angegeben ist. Falls kein Fehler im Teststring vorliegt, wird das Protokoll auf den Bereitschaftszustand oder den aktiven Zustand gesetzt. Wenn andererseits ein Fehler auf dem Teststring 31 festgestellt wird, wird das Protokoll auf den Unnormal-Zustand gesetzt, d.h. den Signalisierungszustand (Unnormal-Benachrichtigungszustand). Auf diese Weise kann die Normalität der Kommunikation auf der MAC-Ebene über den Teststring bestätigt werden.

Die Fig. 10F zeigt die Erweiterung des Netzwerks. Wenn die Normalität der Kommunikation auf der MAC-Ebene über den Teststring sichergestellt wurde, wird der Teststring 31 in den Ring einbezogen, der bereits im Betriebszustand war, wie es in der Fig. 10E gezeigt ist, wodurch der Ring 32 erweitert wird. Der Zustand des Leitungskonzentrators 1-B zu diesem Zeitpunkt ist in der Fig. 15 gezeigt. Der Leitungskonzentrator 1-B im Rückschleifenzustand, in dem von der ersten Ringübertragungsleitung zu der zweiten Ringübertragungsleitung ein Rückschleifenweg ausgebildet ist (d.h. im TAIL-Modus), fährt fort, über den arbeitenden Ring 32 den BR-Block auf den ersten Ring zu geben.

Die Fig. 10G zeigt den Betriebszustand, in dem eine Anzahl von Leitungskonzentratoren, die beispielhaft als 1-C und 1-D dargestellt sind, neu aktiviert wird. In Reaktion auf den Erhalt des BR-Blocks 21 geben die Leitungskonzentratoren

1-C und 1-D den RA-Block 22 auf die zweite Ringübertragungsleitung 3B.

Die Fig. 10H zeigt die Ausbildung des Testringes 31, der die Anzahl aktivierter Leitungskonzentratoren beinhaltet. Der Leitungskonzentrator 1-C erhält den BR-Block 21 und den RA-Block 22, um in den normalen Verbindungszustand gesetzt zu werden (NORM-Modus). Der Leitungskonzentrator 1-D erhält den RA-Block 22 nicht, obwohl er den BR-Block 21 erhält. Der Leitungskonzentrator 1-D nimmt daher den TAIL-Modus an. Folglich wird ein Testring gebildet, der die Leitungskonzentratoren 1-B, 1-C und 1-D enthält.

Die Fig. 10I zeigt die Erweiterung des arbeitenden Rings durch Verbinden des arbeitenden Rings 32 (mit den Leitungskonzentratoren 1-A und 1-B) mit dem Testring 31. Der Leitungskonzentrator 1-D im TAIL-Modus fährt fort, den BR-Block 21 auf die erste Ringübertragungsleitung 3A zu geben.

Die Fig. 10J zeigt den Zustand, in dem die Erweiterung des Netzwerks beendet ist. In diesem Zustand sind alle Leitungskonzentratoren im NORM-Modus und in der Lage, die Kommunikation nur über die erste Ringübertragungsleitung 3A auszuführen.

Die die vorliegende Ausführungsform der Erfindung charakterisierenden Merkmale gehen am besten aus der Fig. 16 hervor. Die Leitungskonzentratoren 1-A und 1-D sind bereits aktiviert, und der Ring 32 ist ausgebildet, um die Kommunikation zwischen diesen Leitungskonzentratoren zu ermöglichen. Aus der Fig. 16 ist ersichtlich, daß, wenn der Leitungskonzentrator 1-C neu aktiviert wird, während der Leitungskonzentrator 1-B noch nicht aktiviert ist, unabhängig vom Ring 32, der im Betriebszustand ist, ein Testring ausgebildet wird, der die Leitungskonzentratoren 1-A, 1-C und 1-D enthält (der ruhende Leitungskonzentrator 1-B ist nicht darin enthalten). Mit anderen Worten werden die Ringe 31 und 32 unabhängig voneinander ausgebildet, ohne einander zu beeinflussen. In Verbindung mit der Ausbildung des Testringes 31 ist anzumerken,

daß die in diesem Testring enthaltenen Leitungskonzentratoren einander nicht benachbart zu sein brauchen. Es ist des weiteren anzumerken, daß mehr als drei Leitungskonzentratoren in ein und demselben Testring enthalten sein können.

5 Die Fig. 17A bis 17D zeigen die internen Zustände der Leitungskonzentratoren in den Moden "NORM", "ISOL", "HEAD" und "TAIL". In diesen Abbildungen zeigen gestrichelte Linien die Ringe an, die im Betriebszustand sind. Gemäß Fig. 17A ist ein Leitungskonzentrator im Modus "NORM" in der Lage, mit
10 anderen Leitungskonzentratoren über die erste Ringübertragungsleitung 3A in Verbindung zu treten. Im Falle eines Leitungskonzentratoren im Modus "ISOL" ist nur der lokale Ring 30 im Betriebszustand, wie es in der Fig. 17B gezeigt ist. Entsprechend ist eine Kommunikation nur zwischen den Terminalstationen oder STs (nicht gezeigt) möglich, die mit dem lokalen Ring verbunden sind. In diesem Modus fährt der Leitungskonzentrator fort, den BR-Block 21 auf die erste Ringübertragungsleitung 3A zu geben. Im Falle der vorliegenden Ausführungsform, nach der jeder Leitungskonzentrator mit zwei Steuer-STs (9-A und 9-B) versehen ist, dient die eine Steuer-ST
15 9-A dazu, den lokalen Ring 30 zu steuern, während die andere Steuer-ST 9-B den BR-Block 21 über die erste Ringübertragungsleitung 3A aussendet. Da nicht feststeht, ob eine Aktivierung anderer Leitungskonzentratoren des Netzwerkes oberhalb oder unterhalb des betrachteten Leitungskonzentratoren erfolgt, wird der Zustand der Übertragungsleitung, die sich in die entgegengesetzte Richtung erstreckt, in die der BR 21 derzeit ausgesendet wird, durch die Aktivierungssignal-Erfassungsschaltung 10 überwacht. Auf die Feststellung der Aktivierung eines anderen Leitungskonzentratoren durch die Aktivierungssignal-Erfassungsschaltung 10 wird die Verbindung der
20 Steuer-ST 9-B in die Richtung der Ringübertragungsleitung umgeschaltet, in der die Aktivierung anderer Leitungskonzentratoren durch die Schaltung 10 festgestellt wird, wie es in der Fig. 10D gezeigt ist.
25
30
35

Gemäß Fig. 17C befindet sich ein Leitungskonzentrator im Modus "HEAD" auf dem arbeitenden Ring am weitesten oben und schleift die auf der zweiten Übertragungsleitung 3B des arbeitenden Ringes erhaltenen Daten in die erste Übertragungsleitung 3A ein. Des weiteren wird auf den Erhalt des BR-Blocks auf der ersten Übertragungsleitung 3A des ruhenden Rings 33 hin auf der zweiten Übertragungsleitung 3B der RA-Block ausgesendet. Andererseits befindet sich ein Leitungskonzentrator im Modus "TAIL" auf dem arbeitenden Ring 32 am weitesten unten und schleift die auf der ersten Übertragungsleitung 3A erhaltenen Daten in die zweite Übertragungsleitung 3B ein, wie es in der Fig. 17D gezeigt ist. Auch wird fortlaufend der BR-Block 21 auf der ersten Übertragungsleitung 3A des ruhenden Rings 33 ausgesendet. Auf den Erhalt des RA-Blocks auf der zweiten Übertragungsleitung 3B hin wird festgestellt, daß im ruhenden Ring eine neue Aktivierung eines Leitungskonzentrators erfolgt ist.

Die Fig. 18 bis 21 zeigen die Steuerung der einzelnen Leitungskonzentratoren bei der Realisierung der obenstehend beschriebenen Konfigurationssteuerung. Die Steuervorgänge werden unter Mitarbeit der Substeuer-ST von der Hauptsteuer-ST ausgeführt.

Die Fig. 18 zeigt den Steuerablauf bei der Modeneinstellung, die auf die Aktivierung des Leitungskonzentrators durch Anschließen der Energieversorgung ausgeführt wird.

Gemäß Fig. 18 sendet der Leitungskonzentrator auf die Aktivierung hin den RCC-Block auf der ersten Übertragungsleitung aus, um zu überprüfen, ob der Ring geschlossen ist oder nicht (Schritt 100). Wenn der betrachtete Leitungskonzentrator den von ihm selbst ausgesendeten RCC-Block wieder erhält, wird festgestellt, daß der Ring geschlossen ist (Schritt 110), woraufhin der betrachtete Leitungskonzentrator in den "NORM"-Modus versetzt wird (Schritt 200). Wenn der RCC-Block nicht wieder erhalten wird, sendet der betrachtete Leitungskonzentrator den BR-Block aus (Schritt 120). Wenn der BR-

Block nicht wieder innerhalb einer vorgegebenen Zeit erhalten wird (Schritt 130), wird festgestellt, daß eine Kommunikation mit anderen Leitungskonzentratoren auf der ersten Ringübertragungsleitung 3A auf der Empfangsseite unmöglich ist. Daraufhin wird der Erhalt des RA-Blocks überprüft, um festzustellen, ob eine Kommunikation mit anderen Leitungskonzentratoren auf der zweiten Übertragungsleitung auf der Empfangsseite möglich ist oder nicht (Schritt 140). Nach Erhalt des RA-Blocks steht fest, daß eine Kommunikation mit anderen Leitungskonzentratoren auf der zweiten Ringübertragungsleitung 3B auf der Empfangsseite möglich ist, woraufhin der "HEAD"-Modus eingestellt wird (Schritt 150). Wenn der RA-Block nicht erhalten wird, steht fest, daß eine Kommunikation über die zweite Ringübertragungsleitung 3B unmöglich ist, woraufhin der "ISOL"-Modus eingestellt wird (Schritt 160). Wenn andererseits der BR-Block erhalten wird (Schritt 130), wird festgestellt, daß eine Kommunikation mit anderen Leitungskonzentratoren auf der ersten Ringübertragungsleitung auf der Empfangsseite möglich ist, woraufhin der RA-Block auf der zweiten Ringübertragungsleitung ausgesendet wird (Schritt 170), wonach der Erhalt des RA-Blocks überwacht wird (Schritt 180). Wenn der RA-Block nicht erhalten wird, wird der "TAIL"-Modus eingestellt (Schritt 190). Auf den Erhalt des RA-Blocks hin wird der "NORM"-Modus eingestellt (Schritt 200).

Bei einem im "ISOL"-Modus befindlichen Leitungskonzentrator (z.B. dem in der Fig. 1C gezeigten Leitungskonzentrator 1-B) wird die Steuerung gemäß dem in der Fig. 19 gezeigten Flußdiagramm ausgeführt, wenn die Aktivierungssignalerfassungsschaltung 10 ein von einem anderen Leitungskonzentrator ausgesendetes Aktivierungssignal erfaßt. Gemäß Fig. 19 wird, wenn das Aktivierungssignal auf der ersten Ringübertragungsleitung auf der Empfangsseite erfaßt wird (Schritt 300), die Substeuer-ST mit der ersten Ringübertragungsleitung auf der Empfangsseite verbunden, um eine Rückschleife zu bilden (Schritt 310). Wenn die Normalität des Testringes bestätigt

wurde (Schritt 320), wird der betrachtete Leitungskonzentrator in den "TAIL"-Modus versetzt (Schritt 330). Wenn andererseits das Aktivierungssignal auf der zweiten Ringübertragungsleitung festgestellt wird, wird die zweite Ringübertragungsleitung zurückgeschleift (Schritt 350). Danach wird der Leitungskonzentrator in den "HEAD"-Modus versetzt (Schritt 360).

Wenn ein im "HEAD"-Modus befindlicher Leitungskonzentrator (z.B. der Konzentrator 10A der Fig. 10) den BR-Block auf der ersten Ringübertragungsleitung erhält, sendet er zuerst den RA-Block auf der zweiten Ringübertragungsleitung aus, wie im Flußdiagramm der Fig. 20 gezeigt ist (Schritt 400), woraufhin auf der ersten Ringübertragungsleitung oberhalb des betrachteten Leitungskonzentrators der Testring ausgebildet wird. Daraufhin wird die Normalität des Testringes geprüft (Schritt 410). Wenn die Normalität des Testringes sichergestellt ist, wird der bereits bestehende, arbeitende Ring mit dem Testring verbunden, woraufhin der Leitungskonzentrator in den "NORM"-Modus versetzt wird (Schritt 420). Wenn der Testring nicht normal arbeitet, bleibt der "HEAD"-Mode erhalten (Schritt 430).

Wenn ein im "TAIL"-Modus befindlicher Leitungskonzentrator (z.B. der Konzentrator der Fig. 10G) den RA-Block auf der zweiten Ringübertragungsleitung erhält, wird das Absenden des BR-Blockes beendet, wie es im Flußdiagramm der Fig. 21 gezeigt ist (Schritt 500), und der unterhalb des betrachteten Leitungskonzentrators ausgebildete Testring wird auf seine Normalität hin überprüft (Schritt 510). Wenn die Normalität bestätigt ist, wird der Testring an den bereits bestehenden, arbeitenden Ring angeschlossen, woraufhin der Leitungskonzentrator in den "NORM"-Modus versetzt wird (Schritt 520). Wenn der Testring nicht normal ist, wird der "TAIL"-Modus aufrechterhalten (Schritt 530).

Da erfindungsgemäß jeder Leitungskonzentrator so ausgeführt ist, daß die Verbindung mit anderen Leitungskonzentratoren

tratoren, die sich oberhalb und/oder unterhalb davon befinden, über die Doppelringübertragungsleitungen und das Anschließen oder Abtrennen des internen lokalen Ringes an die oder von der Doppelübertragungsleitung selektiv realisiert werden kann, ist es möglich, den arbeitenden Ringabschnitt und den Testringabschnitt unabhängig voneinander auszubilden. Dadurch kann ein zur Erweiterung des Netzwerks neu hinzugefügter Ringabschnitt auf die Normalität der Kommunikation über diesen Ringabschnitt auch auf der MAC-Ebene geprüft werden. Des weiteren kann die Überwachung der Wiederherstellung aus einem Fehlerzustand oder der Aktivierung der Leitungskonzentratoren in zufriedenstellender und geeigneter Weise ausgeführt werden. Da außerdem der obenstehende Test durch Ausbilden des lokalen Ringes separat und unabhängig von der Ringübertragungsleitung ausgeführt wird, die sich im Betriebszustand befindet, kann der Test ausgeführt werden, ohne daß ein Einfluß auf das im Betrieb befindliche Netzwerksystem ausgeübt wird. Da jeder Leitungskonzentrator auf dem Übertragungsring beliebig aktiviert werden kann, kann darüberhinaus eine Anzahl von Leitungskonzentratoren miteinander über den arbeitenden Ring in Verbindung treten, der durch die aktivierten Leitungskonzentratoren gebildet wird.

EP 92 114 991.0

Hitachi, Ltd.

EPA-32 128

Patentansprüche

5 1. Netzwerkkonfigurationssterverfahren für ein Ring-
netzwerk mit einer Anzahl von Knoten (1), die durch eine er-
ste und zweite Ringübertragungsleitung (3A, 3B) mit einander
entgegengesetzten Signalübertragungsrichtungen verbunden
sind, wobei jeder der Knoten (1) eine interne Übertragungs-
10 leitung (30) zum Verbinden wenigstens einer Terminalstation
(2) mit dem Ringnetzwerk, Schalteinrichtungen (5, 6) zum
Schalten von Verbindungskombinationen zwischen der internen
Übertragungsleitung (30) und der ersten und zweiten Ringüber-
tragungsleitung (3A, 3B) und Steuereinrichtungen (9A, 9B) zum
15 Erzeugen von Steuersignalen auf der ersten und zweiten Ring-
übertragungsleitung (3A, 3B) und zum Betreiben der Schaltein-
richtungen in Übereinstimmung mit den auf der ersten und
zweiten Ringübertragungsleitung (3A, 3B) erhaltenen Steuersi-
gnalen aufweist, wobei das Konfigurationssterverfahren die
20 Schritte des

 Aussendens eines ersten Steuersignals (RCC) auf der
ersten Ringübertragungsleitung (3A) von einem der Knoten
(1A), wenn dieser eine Knoten (1A) in einem aktiven Zustand
ist, um zu prüfen, ob das erste Steuersignal (RCC) auf der
25 ersten Ringübertragungsleitung (3A) umlaufen kann;

 des Betriebs dieses einen Knotens (1A) in einem Mo-
dus, bei dem die damit verbundene Terminalstation (2) durch
Verwendung der ersten Ringübertragungsleitung (3A) eine Kom-
munikation ausführen kann, wenn das erste Steuersignal (RCC)
30 über die erste Ringübertragungsleitung (3A) zurückgekehrt
ist;

 des Aussendens eines zweiten Steuersignals (BR) auf
der ersten Ringübertragungsleitung (3A) von diesem einen Kno-

ten (1A), um zu prüfen, ob es in dem Ringnetzwerk einen weiteren aktiven Knoten gibt, wenn das erste Steuersignal (RCC) nicht zurückkommt;

5 des Aussendens eines dritten Steuersignals (RA) auf der zweiten Ringübertragungsleitung (3B) von einem anderen Knoten (1B), der in Reaktion auf das zweite Steuersignal (BR) in den aktiven Zustand gebracht wurde, und des Ausbildens eines ersten Rückschleifenweges von der ersten Ringübertragungsleitung (3A) zur zweiten Ringübertragungsleitung (3B) durch diesen anderen Knoten (1B);

10 des Ausbildens eines zweiten Rückschleifenweges von der zweiten Ringübertragungsleitung (3B) zur ersten Ringübertragungsleitung (3A) durch den einen Knoten (1A) in Reaktion auf das dritte Steuersignal (RA), wodurch zwischen dem einen Knoten (1A) und dem anderen Knoten (1B) ein geschlossener lokaler Ring (31) ausgebildet wird;

15 des Testens der Normalität der Kommunikation in dem geschlossenen lokalen Ring (31) durch den einen Knoten (1A) und den anderen Knoten (1B); und

20 des Betreibens des einen Knotens (1A) und des anderen Knotens (1B) in einem Modus umfaßt, in dem damit verbundene Terminalstationen (2) durch Verwendung des geschlossenen lokalen Rings (31) eine Kommunikation ausführen können, wenn die Normalität in dem geschlossenen lokalen Ring bestätigt ist;

25 und wobei das Konfigurationssterverfahren gekennzeichnet ist durch den Schritt

30 des Haltens der ersten und zweiten Ringübertragungsleitung (3A, 3B) in einem leitenden Zustand, um dadurch eine Kommunikation durch einen Knoten (1) zu ermöglichen, wenn der Knoten (1) in einem ausgeschalteten Zustand ist;

35 wobei die Schalteinrichtungen (5, 6) dazu verwendet werden, den durch den Knoten (1) laufenden Ring im leitenden Zustand zu halten, wenn der Knoten (1) im ausgeschalteten Zustand ist.

2. Netzwerkkonfigurationssterverfahren nach Anspruch 1, mit dem weiteren Schritt des Verbindens des geschlossenen lokalen Rings (31) mit einem weiteren geschlossenen lokalen Ring durch den anderen Knoten (1B) nach dem Testschritt, wenn
5 der andere Knoten (1B) durch Verwendung des weiteren lokalen Ringes in Betrieb war, wenn das zweite Steuersignal (BR) erhalten wird, wodurch die Kommunikation auf einem erweiterten geschlossenen lokalen Ring (32) ausgeführt wird.

10 3. Netzwerkkonfigurationssterverfahren nach Anspruch 1, wobei der eine Knoten (1A) einen geschlossenen lokalen Ring mit einer Terminalstation (2) unter der Steuerung des
15 einen Knotens (1A) bildet, der von der ersten und zweiten Übertragungsleitung (3A, 3B) unabhängig ist, wenn der eine Knoten (1A) das dritte Steuersignal (RA) auf der zweiten Ringübertragungsleitung (3B) nicht innerhalb einer vorgegebenen
20 Zeitspanne erhalten kann, nachdem der eine Knoten (1A) damit begann, das erste Steuersignal (RCC) auszusenden, und auf das zweite Steuersignal (BR) auf der ersten Ringübertragungsleitung (3A) und das dritte Steuersignal (RA) auf der zweiten Ringübertragungsleitung (3B) wartet, während er das
 zweite Steuersignal (BR) auf der ersten Ringübertragungsleitung (3A) aussendet.

FIG. 1

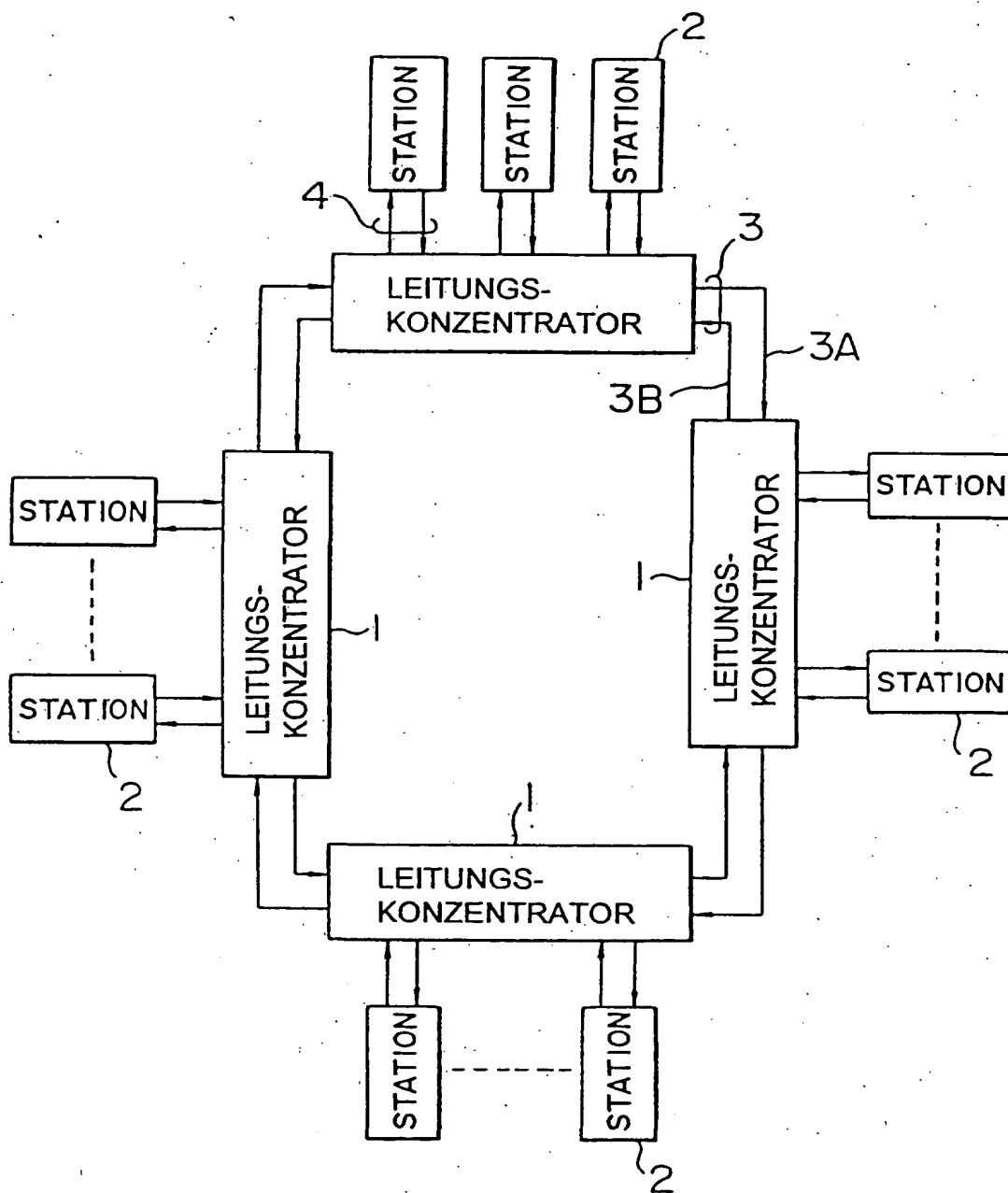


FIG. 2

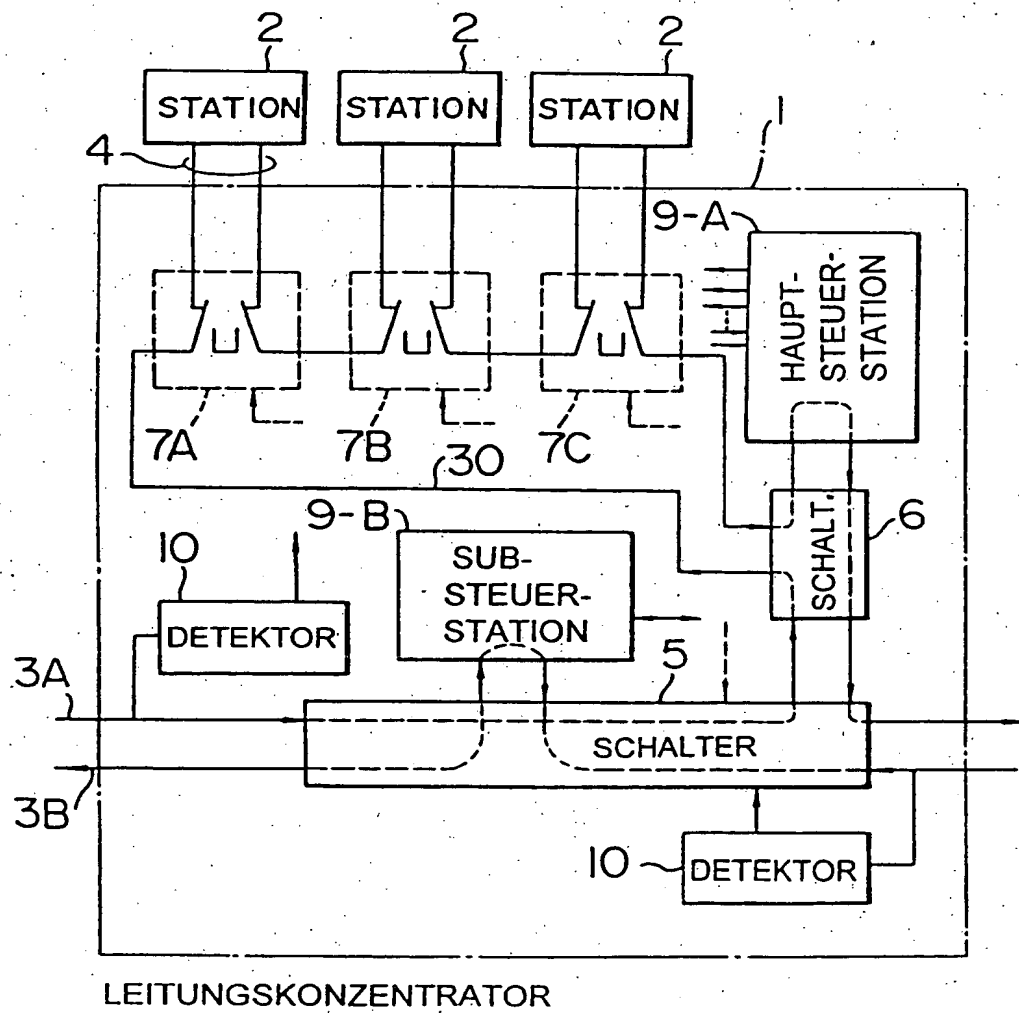


FIG. 3

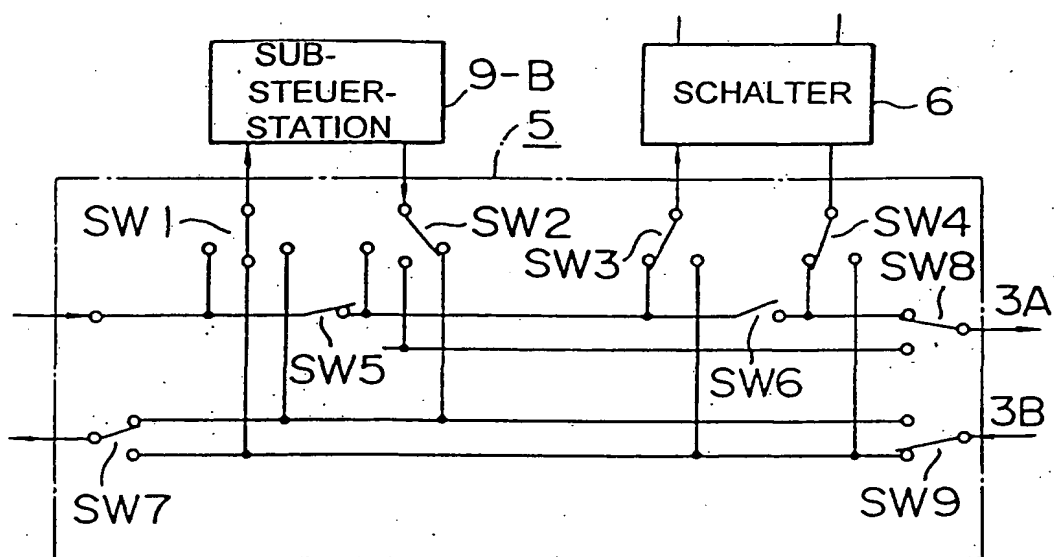
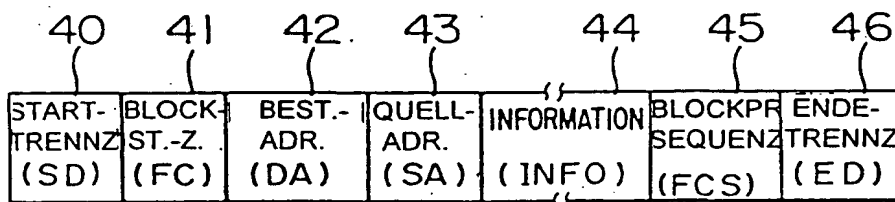


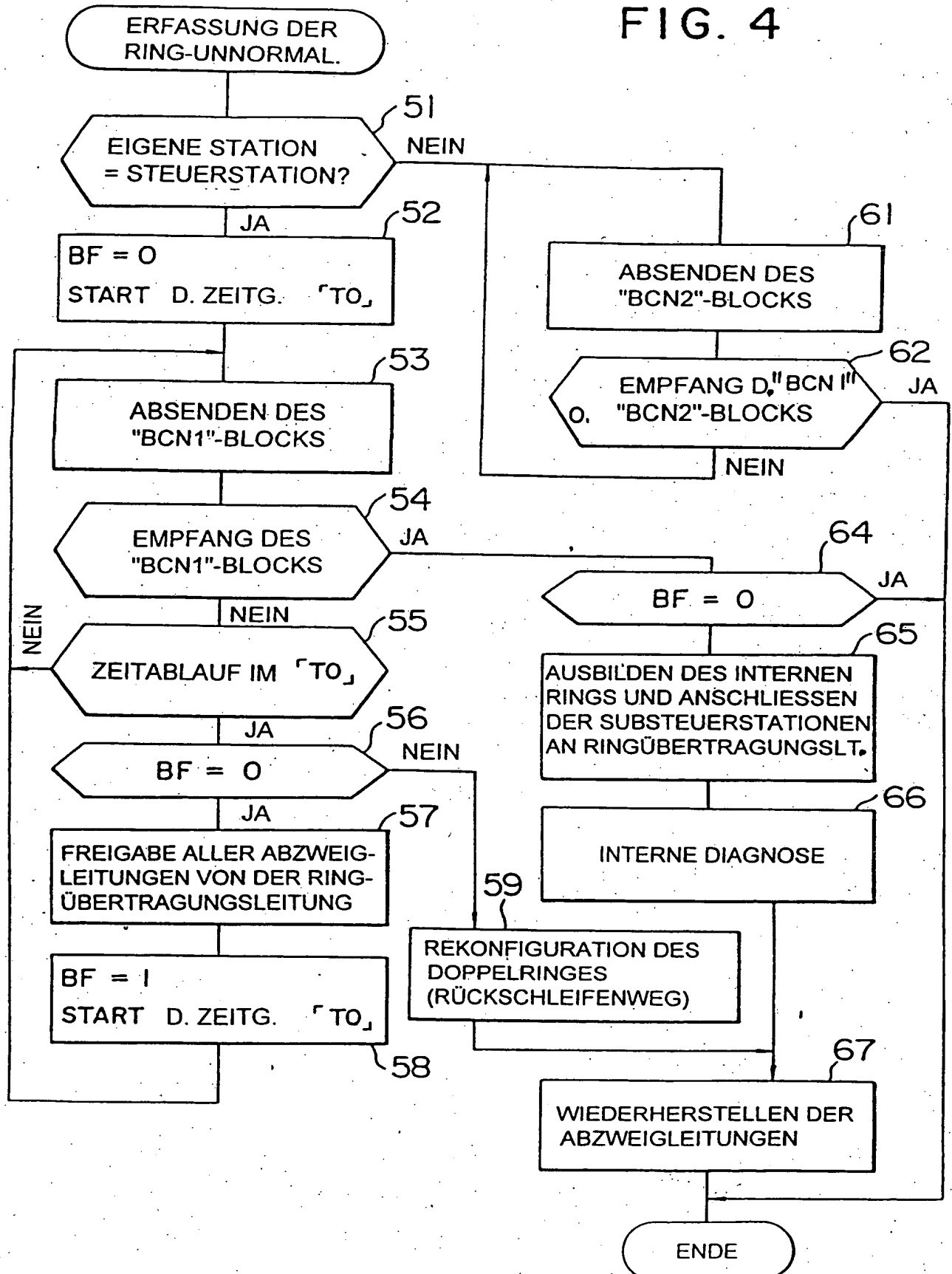
FIG. 9



13.08.97

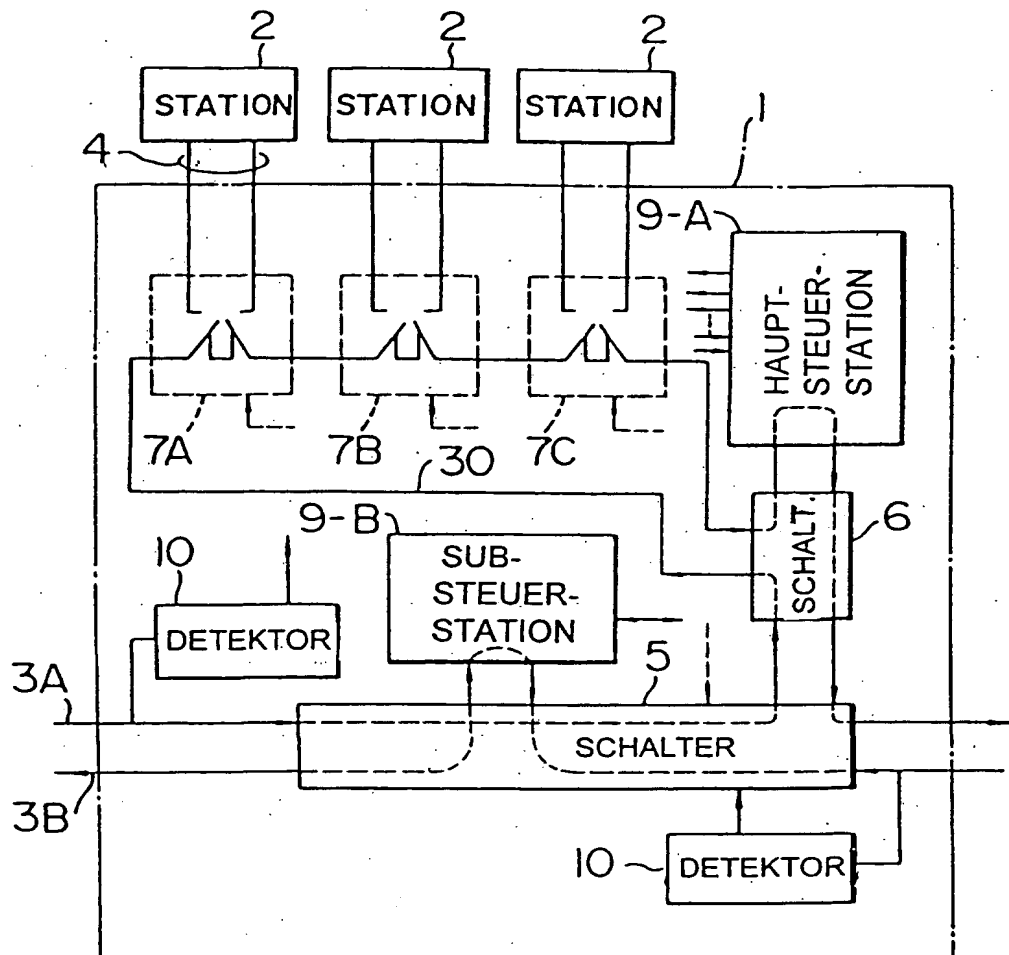
4/22

FIG. 4



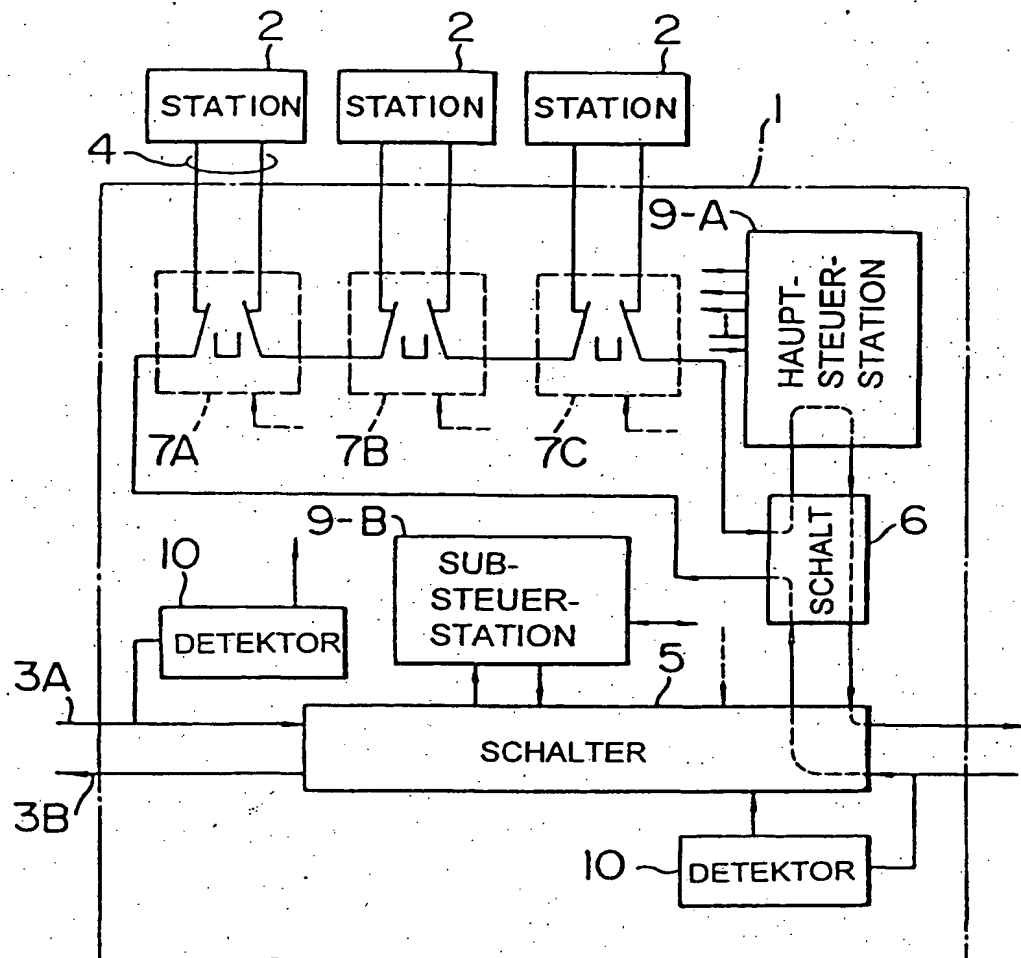
5/22

FIG. 5



6/22

FIG. 6



7 / 22

FIG. 7

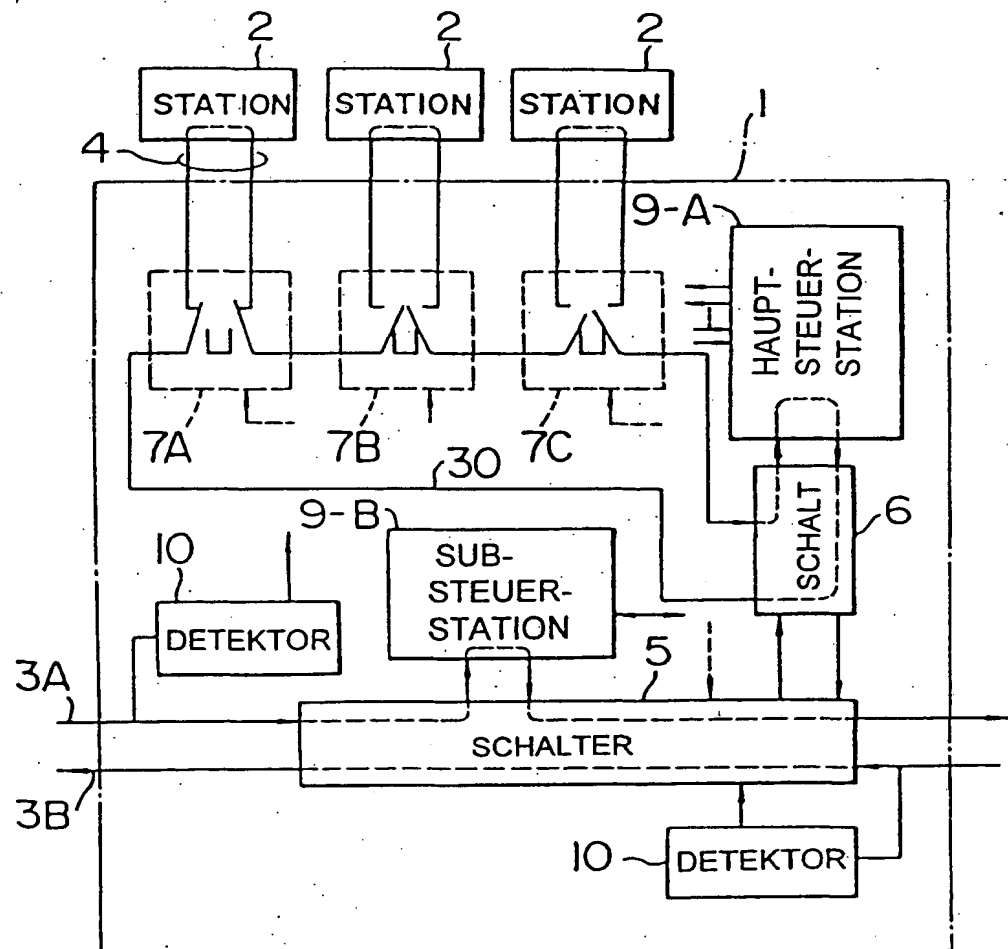


FIG. 8

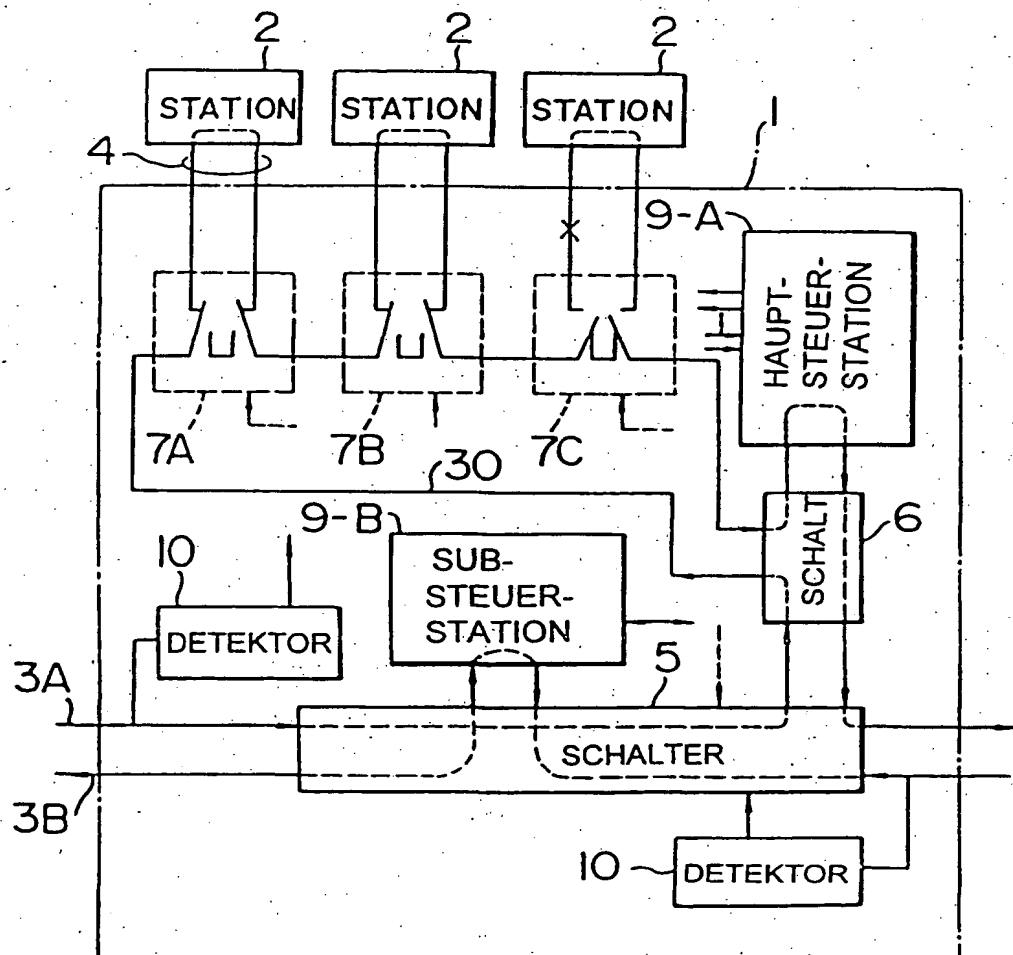


FIG. 10A

LEITUNGSKONZENTRATOR

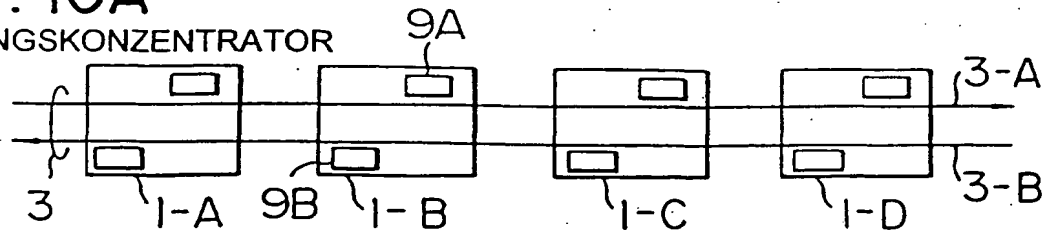


FIG. 10B

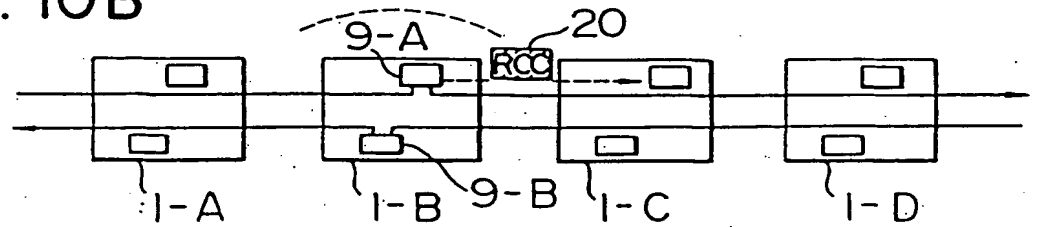


FIG. 10C

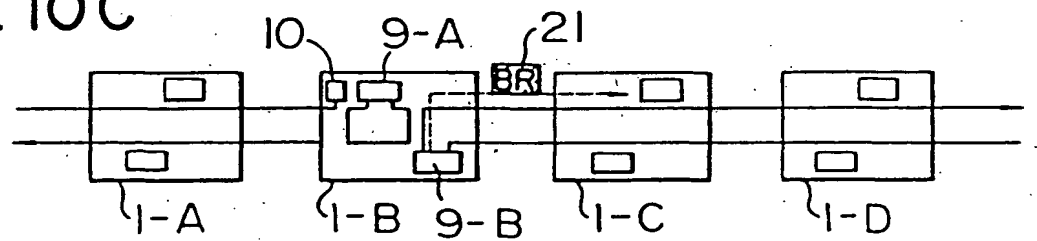


FIG. 10D

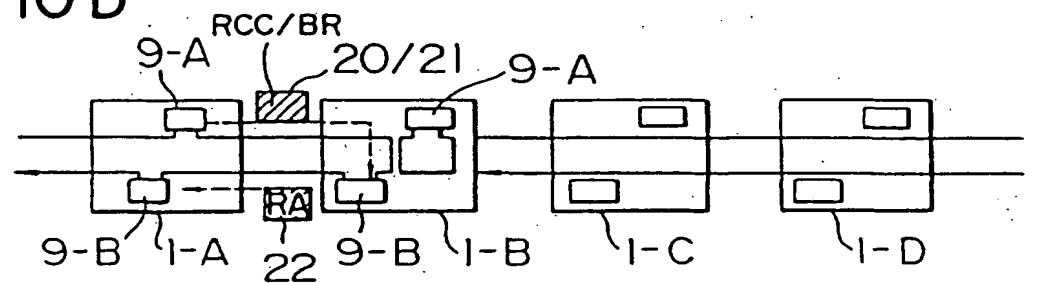


FIG. 10E

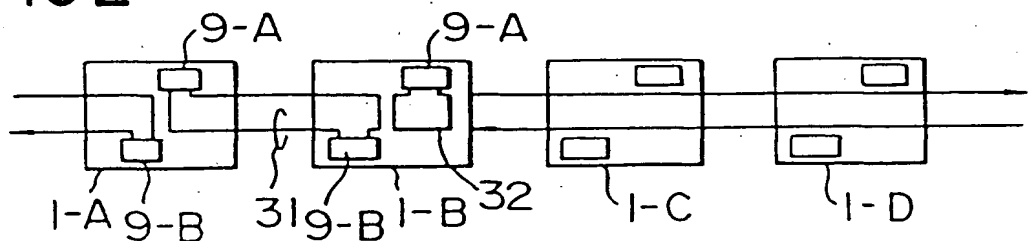


FIG. 10F

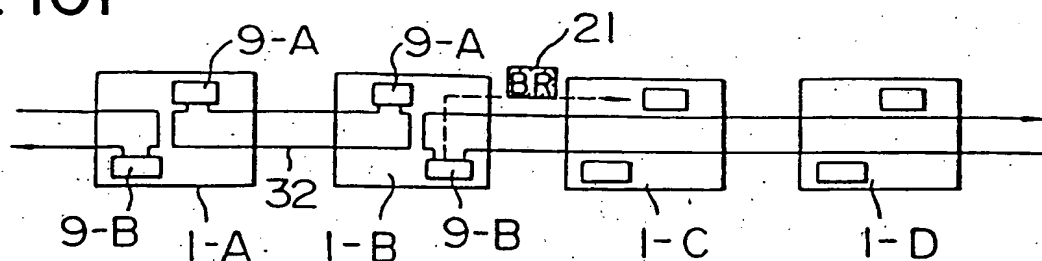


FIG. 10G

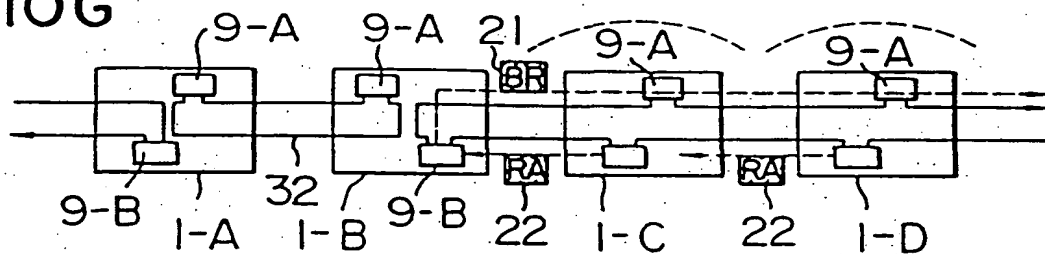


FIG. 10H

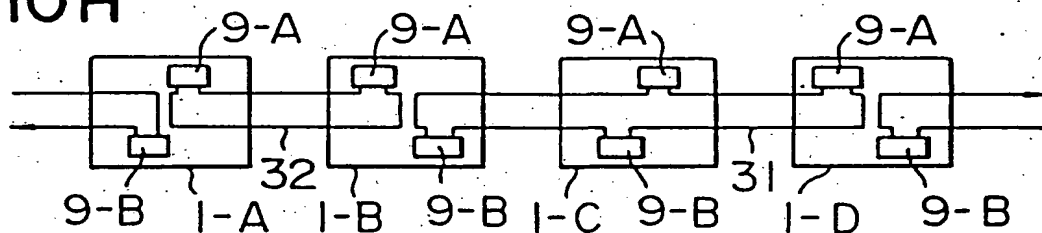


FIG. 10I

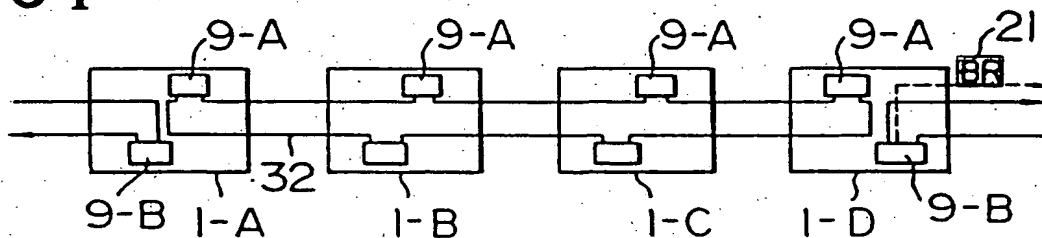


FIG. 10J

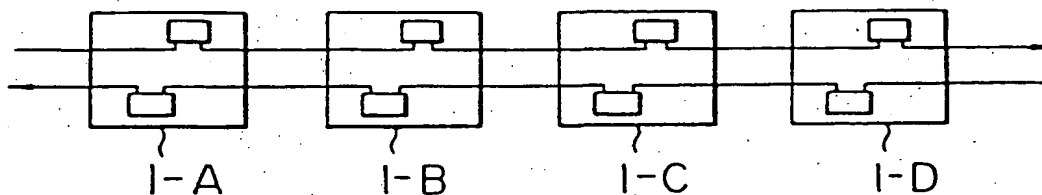
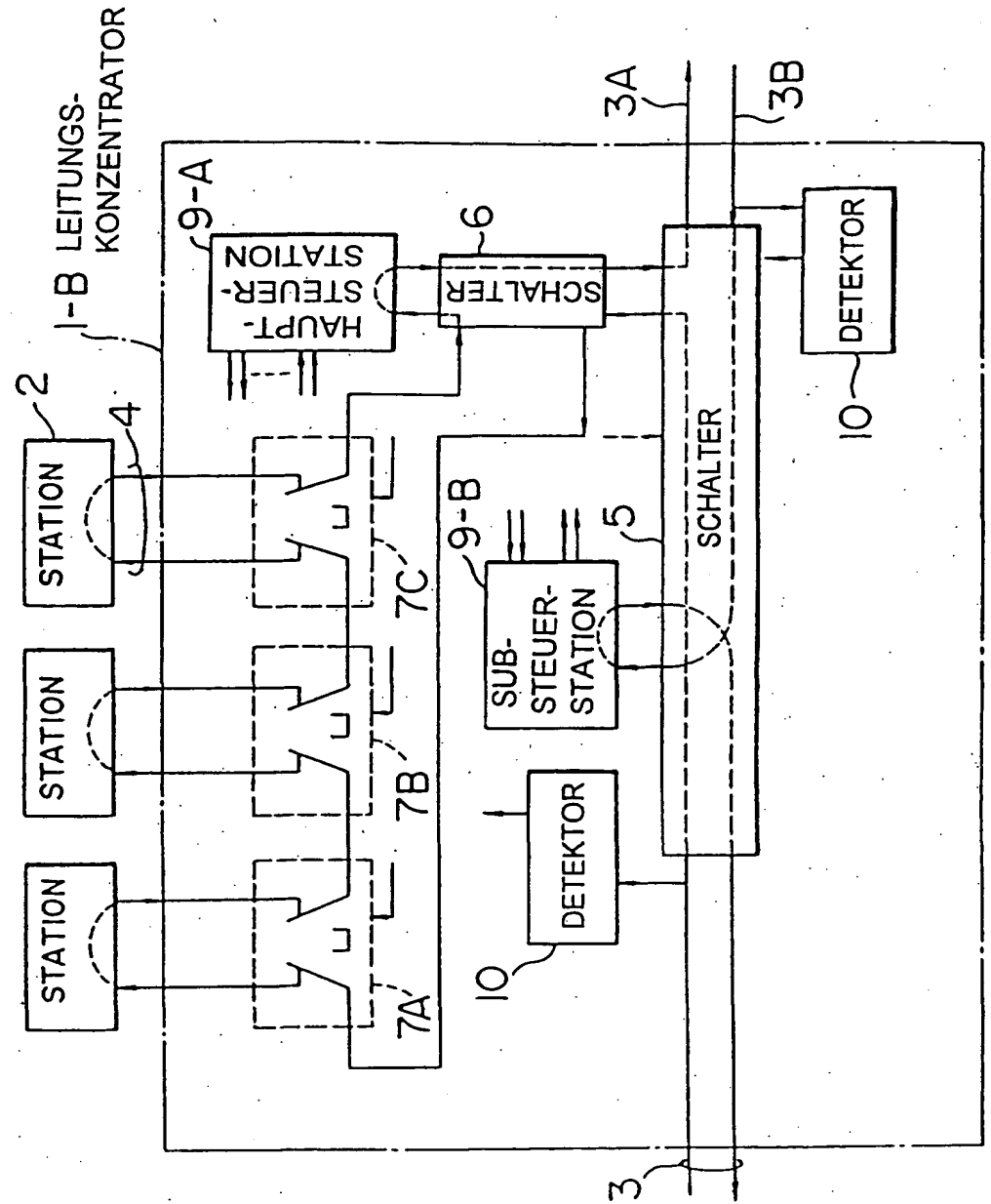


FIG. II



12/22

FIG. 12

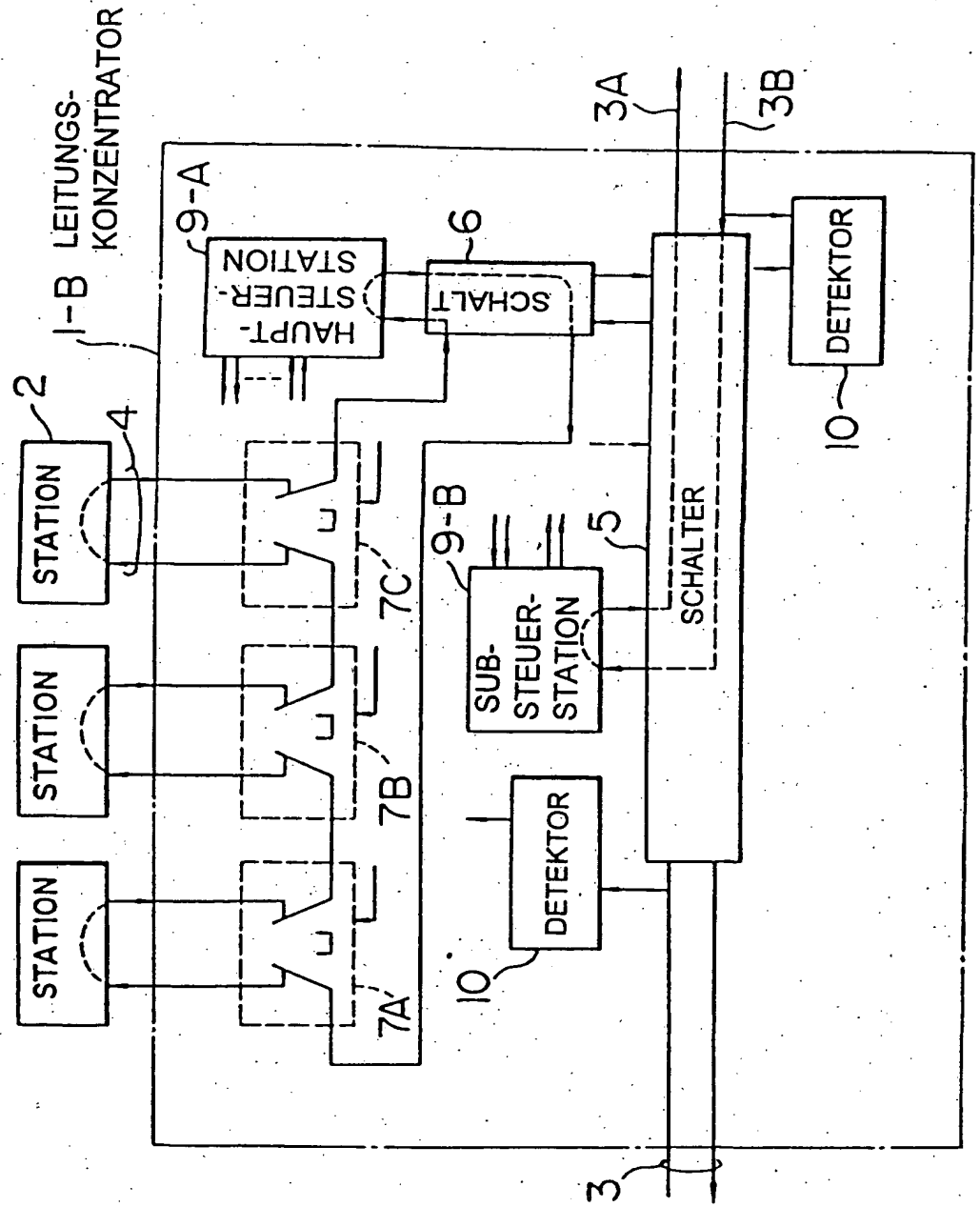
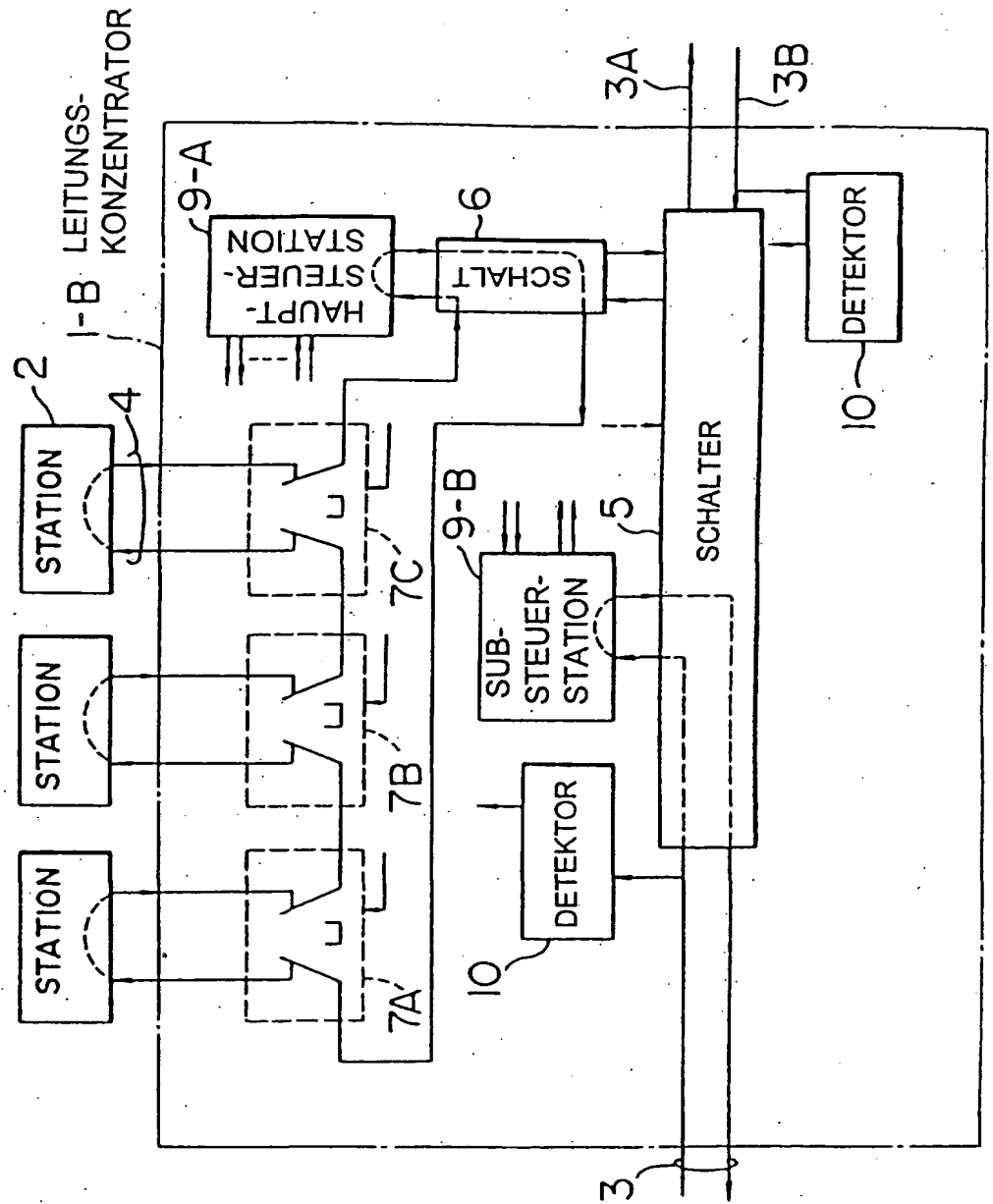


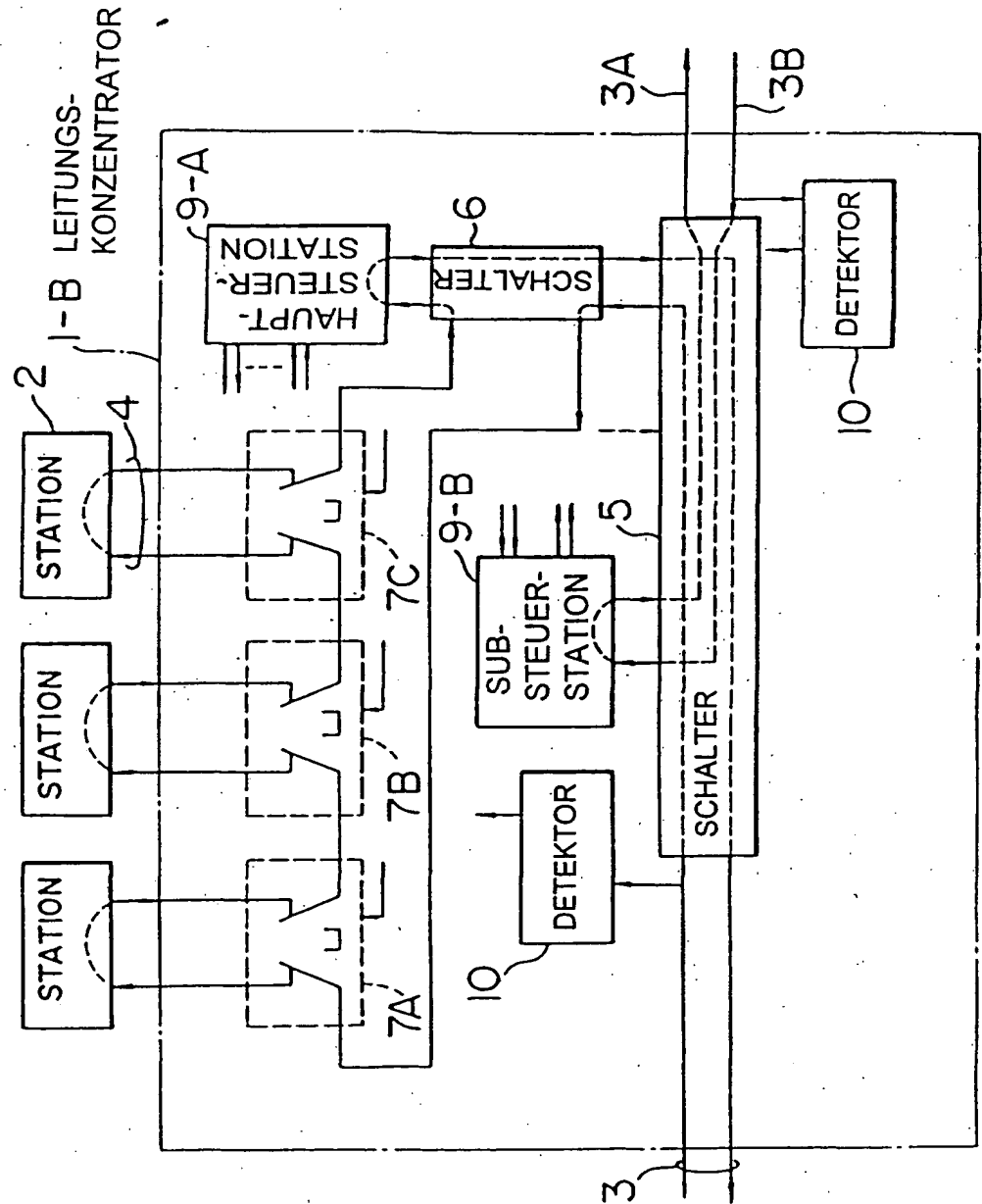
FIG. 13



13.08.97

15/22

FIG. 15



100897

FIG. 16

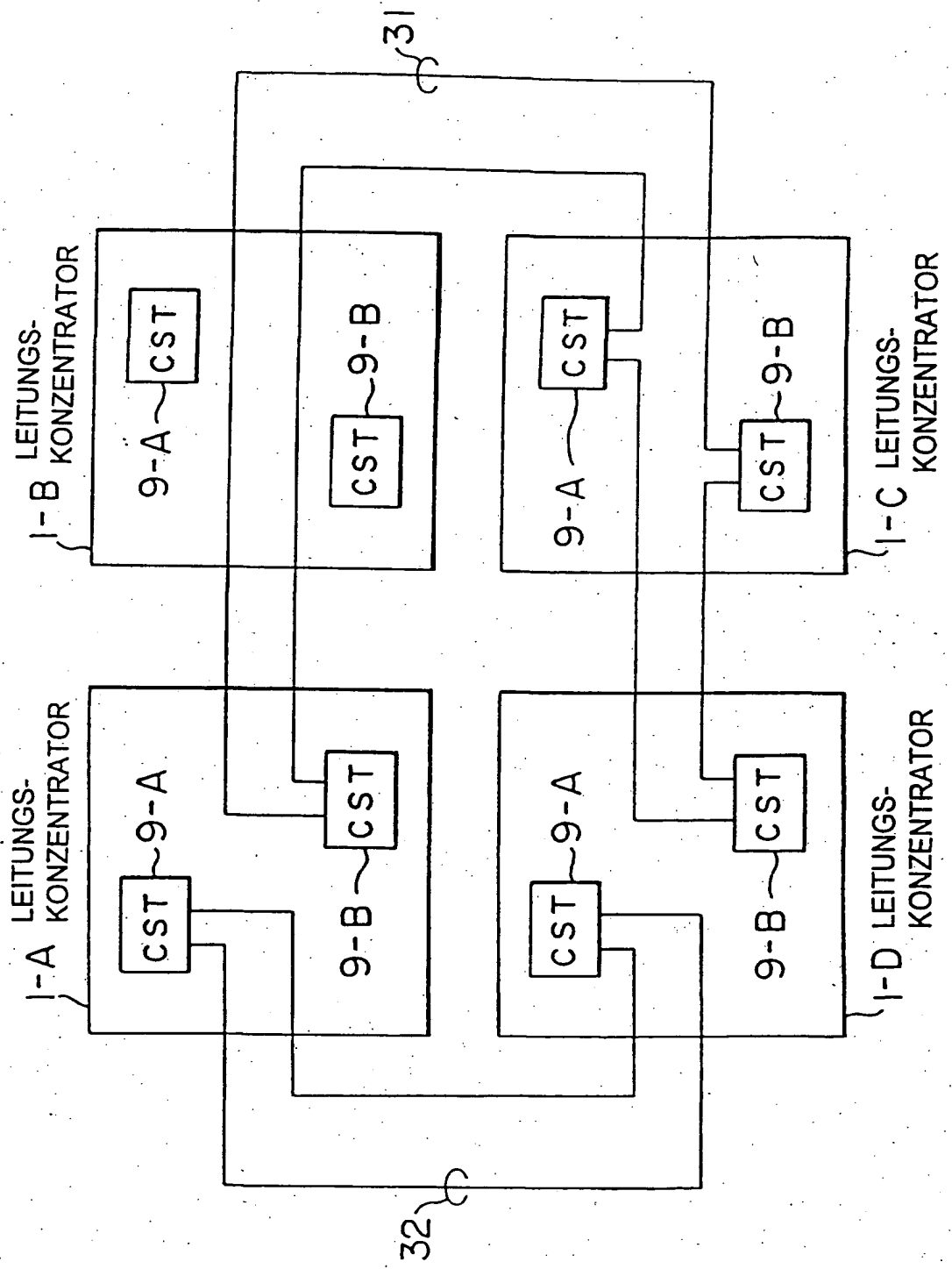


FIG. 17A

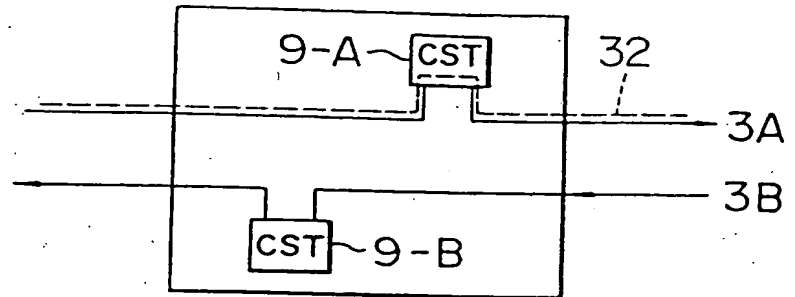


FIG. 17B

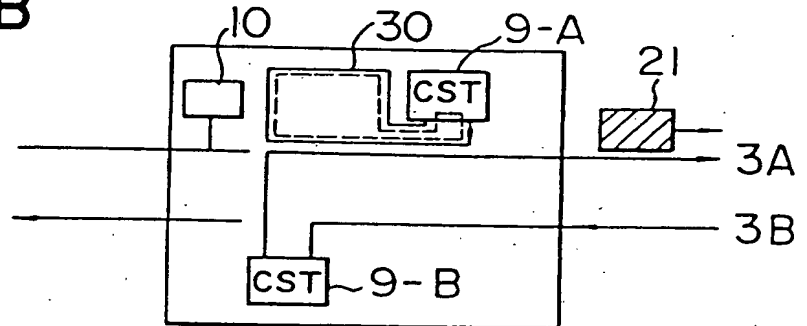


FIG. 17C

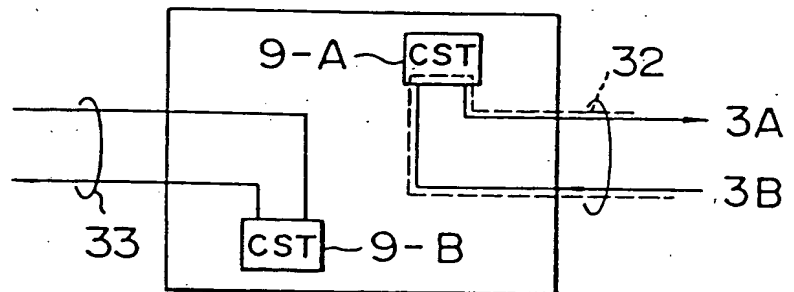


FIG. 17D

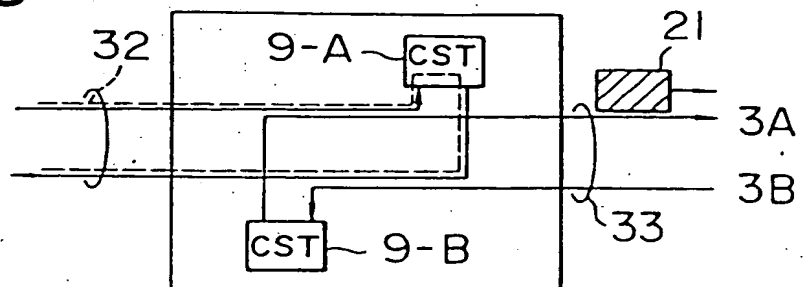


FIG. 18

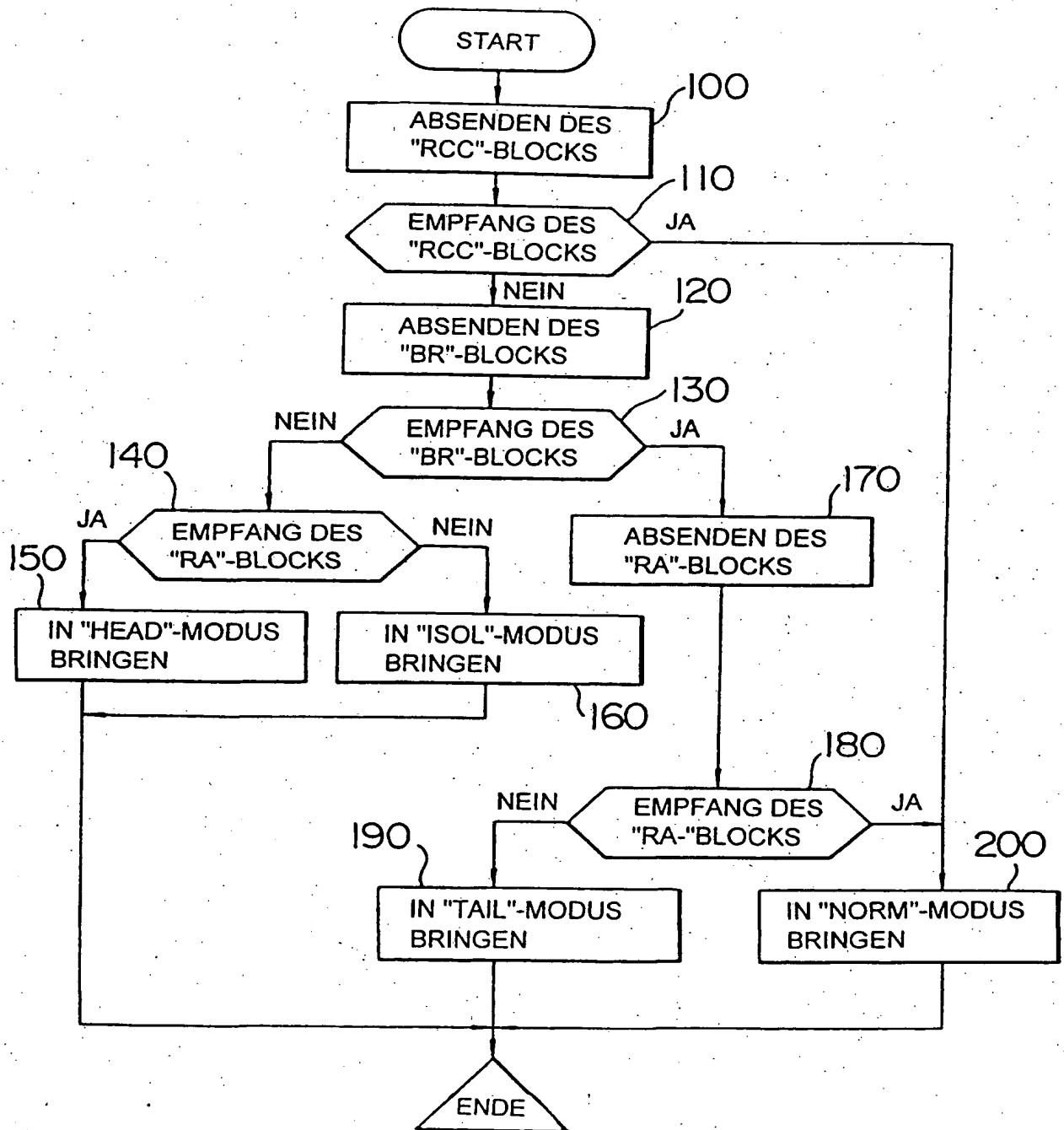


FIG. 19

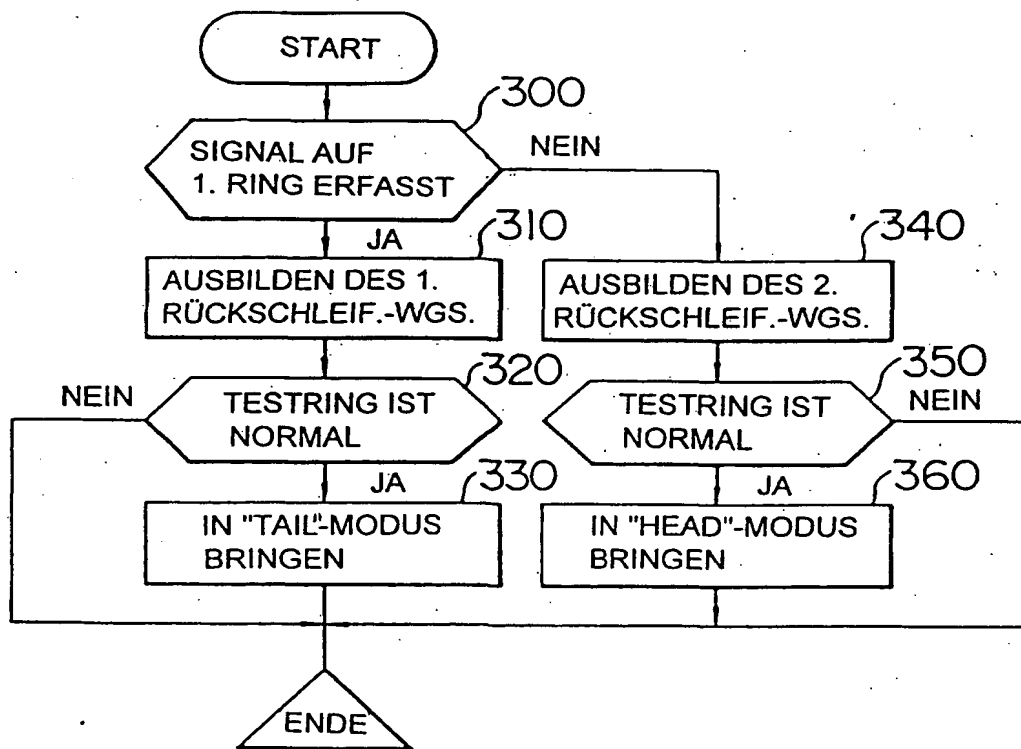


FIG. 20

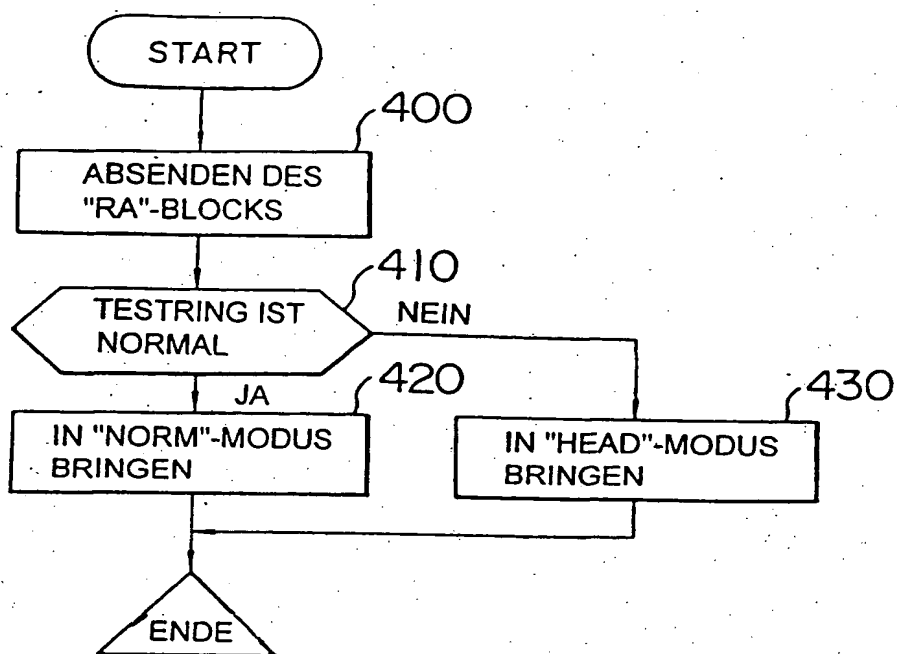


FIG. 21

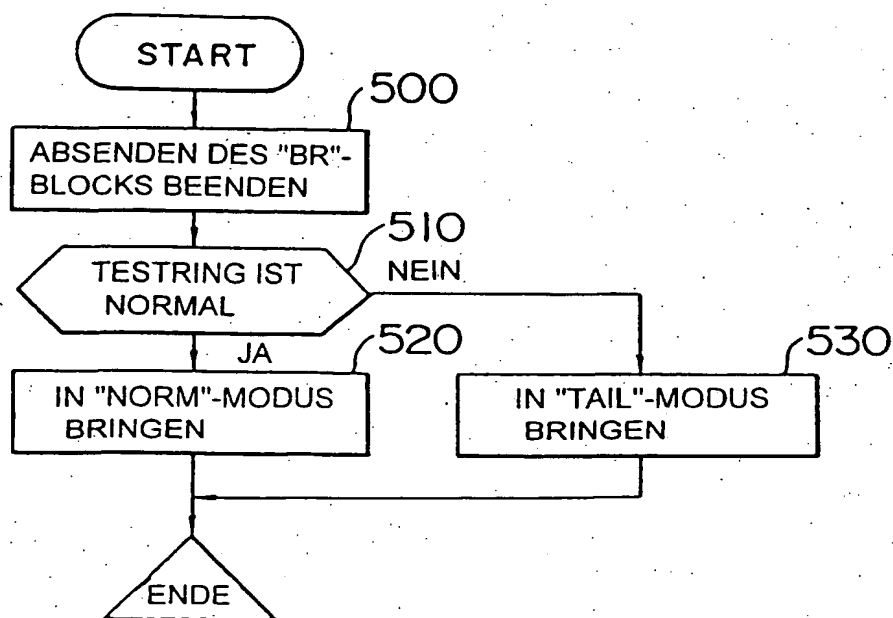


FIG. 22

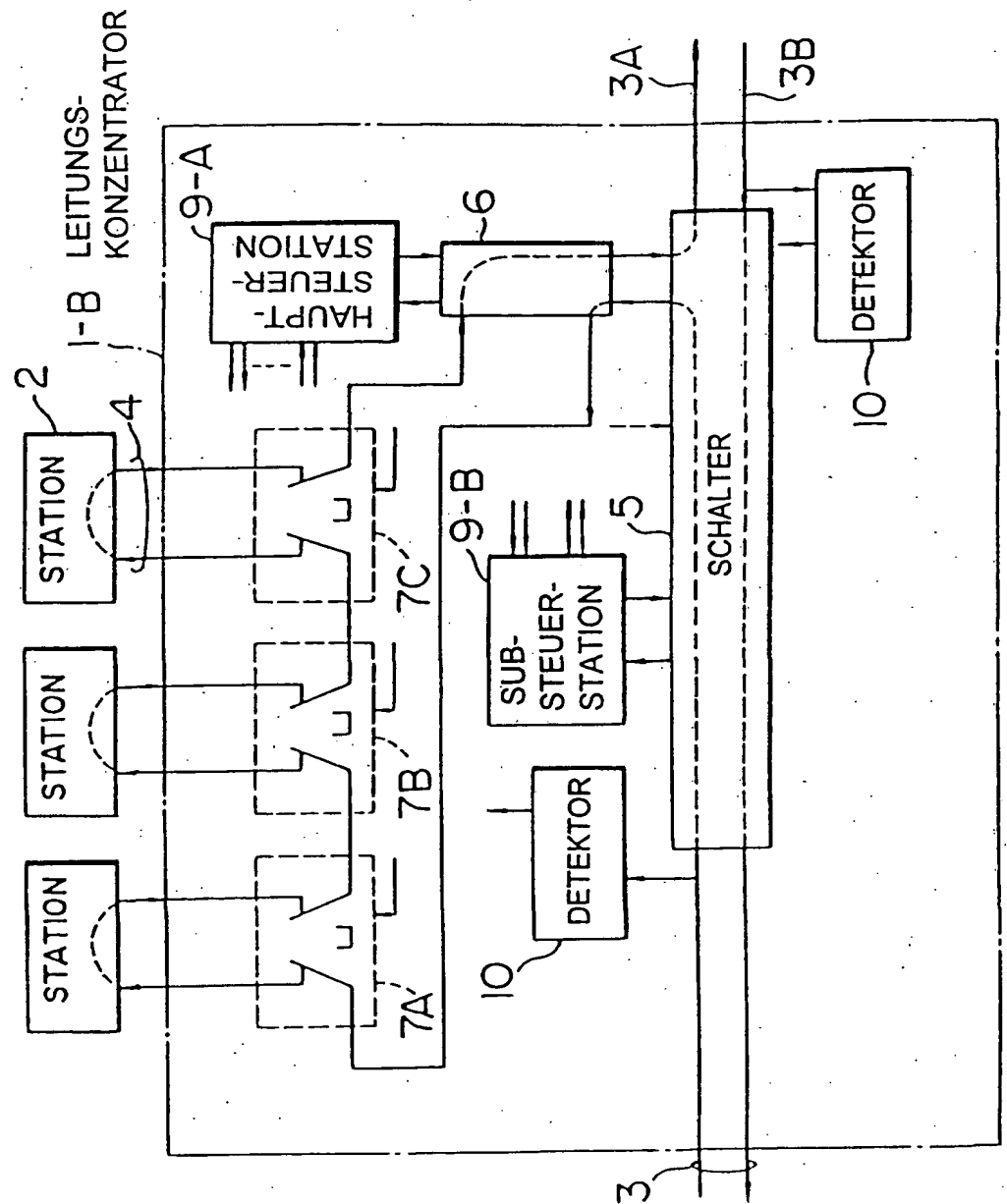
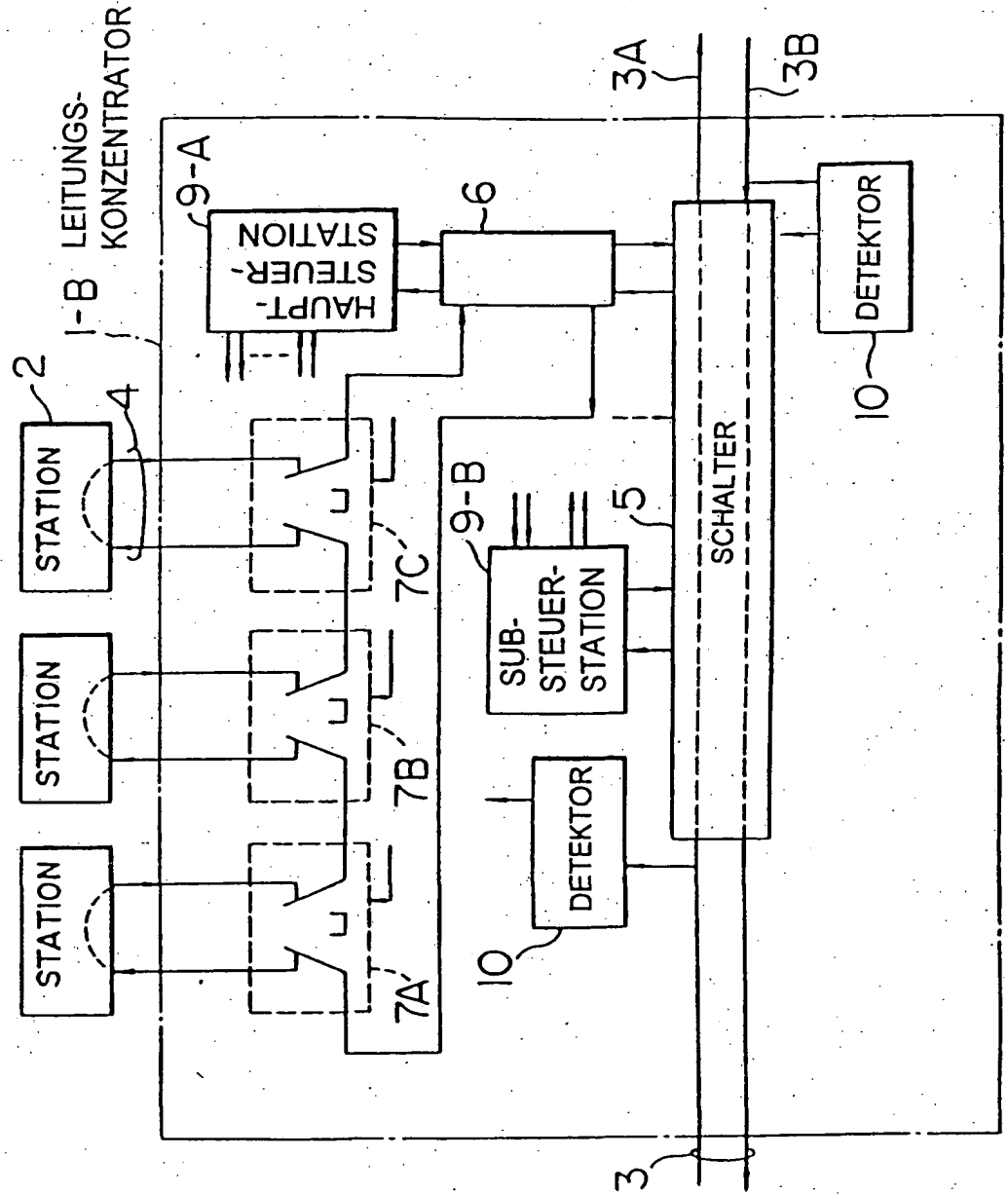


FIG. 23



This Page Blank (uspto)